

СБОРНИК ТРУДОВ КОНФЕРЕНЦИИ

**«ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЭКОНОМИКИ
И ФИНАНСОВ: МОДЕЛИ, МЕТОДЫ
И ТЕХНОЛОГИИ»**

Москва, 22-23 апреля 2026 года

Москва
Издательский дом
«НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА»
2026

УДК 338.1
ББК 65
А11

DOI: 10.36871/978-5-908155-22-9

Рецензенты:

Чистов Дмитрий Владимирович, доктор экономических наук, профессор, профессор Кафедры информационных технологий Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия;

Вишнеков Андрей Владленович, доктор технических наук, профессор, академический руководитель магистерской программы «Компьютерные системы и сети» по направлению «Информатика и вычислительная техника» МИЭМ НИУ ВШЭ, Москва, Россия;

Петрович Ольга Николаевна, кандидат технических наук, доцент, декан Факультета информационных технологий, Учреждение образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой», Полоцк, Республика Беларусь.

А11 Коровин Дмитрий Игоревич, Косарев Владимир Евгеньевич
Сборник трудов IV Международной научно-практической конференции студентов и аспирантов «Цифровизация экономики и финансов: модели, методы и технологии», Финансовый университет, Москва, 22-23 апреля 2026 / под. ред. Д.И. Коровина, В.Е. Косарева. М.: Издательский дом «НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА», 2026. – 538 с.

ISBN 978-5-908155-22-9

Предлагаемый сборник относится к числу изданий научных трудов студентов и аспирантов, раскрывающих особенности современных процессов цифровизации. В сборнике нашли отражение основные тенденции развития использования математики и математических моделей в экономике, информационных технологий, технологий искусственного интеллекта, информационной безопасности, бизнес-информатики. В работе конференции приняли участие, в состав сборника вошли статьи молодых ученых из Российской Федерации, Республики Беларусь, Кыргызской Республики, Республики Индия.

Рекомендуется преподавателям, аспирантам и студентам, ведущим преподавание, освоение дисциплин по направлениям подготовки «Прикладная математика и информатика», «Прикладная информатика», «Информационная безопасность», «Экономика».

Ключевые слова: математическое моделирование в экономике, математические методы, информационные системы, искусственный интеллект, кибербезопасность, бизнес-информатика.

ISBN 978-5-908155-22-9

УДК 338.1
ББК 65

© Коровин Д.И., Косарев В.Е., 2026
© Издательский дом «НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА», 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК АВТОРОВ	12
ВВЕДЕНИЕ	27
ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ.....	30
СЕКЦИЯ 1. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ.....	35
1.1 Инновации в прогнозировании катастроф: применение метода экспоненциального взвешивания для оперативной пространственно-временной оценки риска лесных пожаров	35
1.2 Ансамблевое глубокое обучение с подкреплением для управления портфелем акций на российском фондовом рынке	40
1.3 Разработка приложения для расчета размыва грунтовых плотин	44
1.4 Алгоритм принятия решения о распределении бюджета на создание и поддержку организаций инновационной инфраструктуры	46
1.5 Разработка системы имитационного моделирования предприятия на основе графов с динамическими функциями стоимости	51
1.6 Программно-математический комплекс моделирования и прогнозирования спроса в системе платного городского парковочного пространства	57
1.7 Применимость квантовых алгоритмов оценки амплитуды для задач управления финансовыми рисками в государственном секторе	63

1.8	Моделирование конкурентного взаимодействия китайских автомобильных брендов Geely и Changan на российском рынке.	68
1.9	Программная реализация метода целевого программирования для многокритериальной оценки кадрового потенциала в условиях неопределенности ..	74
1.10	Раскрывая биофенологические ритмы: методы глубокого обучения на стыке спутниковых индексов и климатических данных ERA-5	79
1.11	Космические лидары как инструменты климатической разведки: алгоритмы предобработки данных спутника ICESat-2 в оценке древесной биомассы	84
1.12	Моделирование предложения на рынке жилья с учётом коинтеграционных зависимостей и нестационарности временных рядов в панельных данных	88
1.13	Риски и возможности использования искусственного интеллекта в научной работе Студентов.	98
1.14	Моделирование процентных ожиданий и прогнозирование решений банка России на основе процентных индикаторов и деривативов ..	105
1.15	Моделирование принятия решений по обновлению производственных фондов	111
1.16	Моделирование управления складскими запасами ...	116
1.17	Интеллектуальный анализ данных в условиях цифровой трансформации промышленности	121
1.18	Применение отраслевых коэффициентов для корректировки оценки кредитного риска	127
1.19	Эконометрическая оценка влияния социально-экономических факторов регионов Дальневосточного федерального округа на предложение на рынке жилья	132

СЕКЦИЯ 2. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ И СЛОЖНЫЕ ПРИКЛАДНЫЕ СИСТЕМЫ 138

- 2.1 Космический взгляд сквозь шум: комплексная
очистка и сглаживание временных рядов
мультиспектральных данных 138
- 2.2 Автоматизация расчета индекса пожарной
опасности (FWI) на основе метеорологических
данных ERA5. 143
- 2.3 Интеллектуальная система анализа телеметрических
временных рядов для поддержки инженерных
решений на примере Формулы-1 147
- 2.4 Использование интеллектуального анализа
данных для оценки торгово-экономического
сотрудничества России и Китая 152
- 2.5 Анализ и прогнозирование экспортных потоков
с использованием Python и открытых данных ООН:
кейс экспорта молочной продукции
из Германии в Китай. 157
- 2.6 О разработке методов оптического распознавания
символов на примере датасета MNIST 163
- 2.7 Интеллектуальная система анализа
радиолокационных изображений для моделирования
ледовой обстановки и навигации судов 168
- 2.8 Big Data и искусственный интеллект в выявлении
схем отмывания доходов: мировой опыт
и российская практика 175
- 2.9 Анализ практик внедрения Python в отраслевую
структуру Китая: индустриальный мониторинг,
прогнозная аналитика и оценка кредитных рисков...181
- 2.10 Алгоритмы коррекции спутниковых снимков:
итеративное восстановление наземных объектов
под облаками и тенями Sentinel, Landsat 187

2.11 Интеллектуальный анализ и предиктивное моделирование финансовых показателей экспортного потенциала в задачах пространственного развития территорий	192
2.12 RFM-анализ и сегментация клиентской базы магазина как инструмент повышения эффективности маркетинговых решений	196
2.13 Адаптивная нейросетевая модель шахматного противника для онлайн-платформы	201
2.14 Создание собственного двуязычного корпуса текстов с базой данных.	207
2.15 Эффективность использования технологий искусственного интеллекта для помощи людям с нарушениями слуха	214
2.16 Анализ концентрации рынка пусковых услуг с помощью регрессионной модели	219
2.17 Анализ и прогнозирование удержания пользователей молодёжных цифровых сервисов на основе поведенческих данных.	225
2.18 Как данные управляют миром: от прогнозов к автоматическим решениям в сложных системах.	231
2.19 Использование языков программирования в страховом бизнесе: сравнительный анализ российской и зарубежной практики	235

СЕКЦИЯ 3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРИЯ ДАННЫХ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ 242

3.1 AI-ориентированные платформы и предиктивная аналитика в управлении клиентским опытом автомобильного ритейла	242
3.2 Проектирование системы прогнозирования бюджетных показателей с использованием методов машинного обучения	246

3.3	Актуальные технологические проблемы управления риском несбалансированной ликвидности в системно значимых кредитных организациях.	252
3.4	Эволюция моделей поддержки принятия решений в рекомендательных системах: от классических алгоритмов к гибридным архитектурам на базе больших языковых моделей	257
3.5	«Яўка.Net». Система автоматизированного контроля посещаемости на базе NFS-технологий	263
3.6	Применение технологий блокчейн для защиты персональных данных Студентов.	267
3.7	Kotlin как платформа для промышленной разработки AI-агентов: сравнительный анализ с Python и преимущества для JVM-экосистемы.	273
3.8	Одновременная локализация и отображение карты с помощью интерфейса графического процессора WebGPU	279
3.9	Сравнительный анализ эффективности ансамблевых методов машинного обучения и классических эконометрических моделей в задаче прогнозирования потребительского спроса.	284
3.10	Применение методов машинного обучения для персонализации кэшбэк-предложений: поведенческий и технологический аспекты	290
3.11	Применение нейронных сетей для повышения эффективности обнаружения возгораний	295
3.12	Погода под контролем ИИ: разработка авторегрессионного пайплайна на основе фундаментальных моделей глубокого обучения.	301
3.13	Масштабирование данных в составе предобработки признакового пространства при обучении модели, предназначенной для детектирования депонированного углерода	311

3.14 Мост от шумного пикселя к экологической карте: фильтрация спекла Sentinel-1 с учётом физики рассеяния и временных рядов	318
3.15 Локальная система безопасности жилья на базе ESP32	322
3.16 Обоснование выбора технологического стека для модуля геймификации образовательной платформы финансовой грамотности.	327

СЕКЦИЯ 4. DEVOPS ИНЖЕНЕРИЯ, МОДЕЛИ И МЕТОДЫ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ .. 332

4.1 О применении платформы Greendata для решения бизнес-задач банковского института развития.	332
4.2 Перспективы трансформации методического аппарата учета, контроля и анализа оборотных активов под влиянием современных цифровых технологий. . .	338
4.3 Интеллектуальная платформа для мониторинга и оперативного реагирования на природные риски с использованием мобильных технологий, геопространственных данных и искусственного интеллекта	343
4.4 Мониторинг транзакционного трафика банковских информационных систем в среде kubernetes с применением технологии EBPf	349
4.5 Цифровой двойник сотрудника как инструмент повышения эффективности систем оценки персонала предприятия	353
4.6 Интеграция DevOps-практик в разработку веб-приложений для фитнес-центров.	358
4.7 Снижение уровня ложноположительных срабатываний при выявлении аномалий в системах мониторинга банка с использованием графовых нейронных сетей .	365

4.8	Разработка подсистемы внутреннего взаимодействия как единого контура задач в контрольно-надзорной деятельности	369
4.9	Единая система контроля энергопотребления: адаптация и порядок введения в энергосервисном проекте	374
4.10	Динамически генерируемые оболочки для бессерверных вычислений на ПЛИС	379
4.11	Автоматизация процессов инкассации путем внедрения ИИ-агентов в мобильную автоматизированную инкассаторскую систему в крупнейшем коммерческом банке России	386
4.12	Выявление устаревающих и новых профессиональных компетенций на основе анализа временных рядов данных рынка труда	391
4.13	Обзор современных методов кластеризации графовых данных: от классических алгоритмов к нейросетевым подходам	396

СЕКЦИЯ 5. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ. 403

5.1	Инфраструктурные риски информационной безопасности предприятий при импортозамещении цифровых платформ	403
5.2	Применение метрик в раннем выявлении угроз информационной безопасности предприятий цифровой экономики	408
5.3	Применение многозадачной нейросетевой модели для детектирования вредоносного программного обеспечения	413

СЕКЦИЯ 6. БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА: УПРАВЛЕНИЕ БОЛЬШИМИ СИСТЕМАМИ НА ОСНОВЕ ИТ	420
6.1 Разработка концептуальной модели и подбор прототипов виртуального пространства для астрономических исследований в рамках геймификации образования	420
6.2 Трансформация контура управления крупного предприятия: от жестких алгоритмов к архитектурно- стабильным ИИ-оркестраторам	427
6.3 Разработка системы автоматизированной онлайн- печати документов в университетской среде	433
6.4 Использование искусственного интеллекта в управлении большими организационными системами	439
6.5 Персональная веб-платформа встроенных карточек внешних источников на базе MDX: модуль агрегирования метаданных и граница клиент–сервер	445
6.6 Разработка инструментов машинного обучения в оценке рисков внедрения цифрового рубля	448
6.7 О внедрении микросервисной архитектуры в систему ведения технологических инцидентов	454
6.8 Управление большими организационно-техническими системами на основе процессной модели ITSM: методологические аспекты, практическая имплементация и тенденции развития	460
6.9 Аналитическая модель оценки влияния численности персонала на финансовые результаты компаний на российском рынке	464
6.10 Смарт-контракты как инструмент цифровизации производственных процессов предприятия	468

6.11 Об использовании системы межведомственного электронного взаимодействия в качестве инструмента многофункционального обмена информацией между системами.	472
6.12 Применение технологий Business Intelligence для ретроспективного анализа телеметрии наземных станций и космических аппаратов	480
6.13 Влияние цифровизации на удержание конкурентных позиций на рынке.	485
6.14 Применение UX/UI-дизайна при разработке порталных решений в учебном учреждении высшего образования	494
6.15 Моделирование и анализ бизнес-процессов управления складом коммерческой организации	501
6.16 Использование RPA-технологий в цифровизации бизнес-процессов предприятия	506
6.17 Внедрение гибких практик для повышения эффективности производственных процессов разработки программных продуктов	511
6.18 Влияние современных технологий бизнес-аналитики на управление продуктами в цифровых компаниях ..	516
6.19 Зелёный интернет вещей как технологическая основа устойчивого развития цифровой инфраструктуры	520
6.20 Модель интегрированного управления университетом на базе единой цифровой платформы	526
6.21 Микросервисная архитектура как инструмент совершенствования процесса урегулирования убытков крупной страховой компании	531

СПИСОК АВТОРОВ

Под редакцией

Коровин Дмитрий Игоревич, доктор экономических наук, профессор Кафедры моделирования и системного анализа, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия — под редакцией

Косарев Владимир Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент Кафедры информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия — под редакцией; Введение; параграф 4.1

Студенты и аспиранты

Абаджян Анастасия Александровна, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 3.16

Ананьева Христина Евгеньевна, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 4.3

Анфертьева Анастасия Александровна, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.17

Афанасьева Виолетта Сергеевна, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.9

Бабенко Владислав Александрович, Финансовый Университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.1

Бакасов Марат Муратович, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, параграф: 3.8

Бактияр уулу Рахат, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, параграф: 2.14

- Басюл Владислав Игоревич**, МИРЭА — Российский технологический университет, Москва, Россия, параграф: 3.15
- Белов Константин Дмитриевич**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 3.13
- Бибин Иван Алексеевич**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.12
- Блинов Глеб Дмитриевич**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.18
- Бобина Татьяна Сергеевна**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 3.11
- Болотбеков Данияр Талантович**, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, параграф: 1.3
- Брагин Тимур Ильдарович**, Донецкий государственный университет, Донецк, Россия, параграф: 2.13
- Буткевич Степан Сергеевич**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 4.3
- Вакуленко Борис Александрович**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 1.18
- Василевская Ангелина Александровна**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.8
- Васильева Жанна Дмитриевна**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 1.8
- Вилкул Анна Андреевна**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 4.13
- Вольский Никита Андреевич**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.2
- Вустина Злата Дмитриевна**, Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Полоцк, Республика Беларусь, параграф: 6.20
- Гавриленко Никита Сергеевич**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 1.10
- Гайкевич Назар Константинович**, Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Полоцк, Республика Беларусь, параграф: 3.5

- Голубова Карина Евгеньевна**, Донецкий государственный университет, Донецк, Россия, параграф: 4.5
- Гордиенко Дмитрий Алексеевич**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 3.14
- Гречушкина Дарья Сергеевна**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 4.9
- Даниелян Георгий Каренович**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 1.13
- Двоеглазова Анастасия Андреевна**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.21
- Дубовицкая Мария Сергеевна**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 1.13
- Егоров Артём Евгеньевич**, Финансовый Университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.2
- Елфимов Петр Аркадьевич**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.9
- Ерёмин Иван Романович**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 1.6
- Зайцева Евгения Константиновна**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.4
- Ивахненко Станислава Александровна**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 3.1
- Искендеров Амиль Вагифович**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.4
- Исмаков Ахмед Арсланбиевич**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.8
- Исхаков Максут Алиевич**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.11
- Калыбеков Билал**, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, параграф: 2.12
- Капская Александра Михайловна**, Финансовый Университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.1
- Каримзай Ахмад Халид**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 4.4

Каширский Герман Владимирович, МИРЭА — Российский технологический университет, Москва, Россия, параграф: 2.3

Кидысюк Александр Владимирович, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 3.14

Кищенко Владислава Игоревна, Донецкий государственный университет, Донецк, Россия, параграф: 1.5

Кобзев Артем Александрович, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 1.2

Козырев Михаил Владимирович, Донецкий государственный университет, Донецк, Россия, параграф: 6.15

Корвина Елена Ильинична, МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия, параграф: 1.15

Корнеев Ярослав Ильич, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.7

Короваевич Александр Андреевич, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 1.14

Королев Кирилл Дмитриевич, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 1.14

Кузина Валерия Александровна, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 4.6

Кузора Станислав Сергеевич, Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия, параграф: 1.4

Куракина-Мустафина Вероника Денисовна, МИРЭА — Российский технологический университет, Москва, Россия, параграф: 2.7

Курносова Елизавета Эдуардовна, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 3.1

Леонидова Кристина Алексеевна, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.17

Леонова Елена Александровна, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 1.19

Лозенко Дарья Сергеевна, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 4.8

Лосев Ярослав Андреевич, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 1.10

Лут Мария Сергеевна, Донецкий государственный университет, Донецк, Россия, параграф: 6.1

Мальцева Анна Алексеевна, МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия, параграф: 1.16

Манцаев Тимур Эдуардович, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 3.1

Марушкина Анна Александровна, Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 1.17

Марченко Иван Антонович, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.8

Маслова Мария Борисовна, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 4.7

Митькин Ярослав Вадимович, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.10

Мишина Анастасия Сергеевна, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 3.2

Молдовский Тимур Юрьевич, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 1.1

Мухомедьяров Ренат, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.4

Никитин Олег Олегович, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 3.12

Николаев Александр Васильевич, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 3.3

Никулкина Анастасия Степановна, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.17

Овчинников Владимир Александрович, Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Полоцк, Республика Беларусь, параграф: 3.5

Оганесян Арман Артурович, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.9

Озякова Дарья Сергеева, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.14

Павлов Михаил Сергеевич, Финансовый университет при

Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.18

Павлюченко Евгения Анатольевна, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 1.17

Панин Аристарх Андреевич, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 3.10

Пауков Владислав Дмитриевич, Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Полоцк, Республика Беларусь, параграф: 6.20

Перепелятник Елизавета Константиновна, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 4.1

Перчиков Максим Алексеевич, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 3.14

Петриков Артём Евгеньевич, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 4.12

Поварова Софья Владимировна, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 3.9

Погосян Гоар Погосовна, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.19

Попов Александр Алексеевич, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.5

Правоторова Анастасия Юрьевна, Академия управления при Президенте Республики Беларусь, Минск, Республика Беларусь, параграф: 1.9

Прохорова Кристина Денисовна, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.13

Путро Александр Владимирович, Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Полоцк, Республика Беларусь, параграф: 3.6

Пыльченко Георгий Сергеевич, Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Полоцк, Республика Беларусь, параграф: 3.6

Раковский Александр Дмитриевич, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 1.1

Рахматуллоева Сафия Хушназаровна, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 5.1

- Ращектаева Елена Владимировна**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.10
- Савельев Марк Андреевич**, Финансовый Университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.2
- Савельева Дарья Романовна**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.19
- Селиверстова Вера Дмитриевна**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.16
- Сергеев Андрей Дмитриевич**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.19
- Сибилёв Андрей Юрьевич**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.16
- Сотников Даниил Сергеевич**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 1.18
- Стайнова Владислава Павловна**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.5
- Станкевич Елизавета Юрьевна**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 5.2
- Старостина Анжелика Сергеевна**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.9
- Степаниденко Дмитрий Сергеевич**, МИРЭА — Российский технологический университет, Москва, Россия, параграф: 4.10
- Сулайманов Кутман Мисирович**, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, параграф: 6.3
- Сусина Ольга Павловна**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 4.3
- Талько Дарья Алексеевна**, Академия управления при Президенте Республики Беларусь, Минск, Республика Беларусь, параграф: 3.7
- Татаринцева Анна Евгеньевна**, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.19
- Темиркулов Марсэл Октомбекович**, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, параграф: 2.6

Тищенко Иван Сергеевич, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 1.11

Трубицына Вера Сергеевна, Донецкий государственный университет, Донецк, Россия, параграф: 6.6

Тузова Дарья Михайловна, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 3.9

Турабов Джавад Ринатович, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.11

Тыныбекова Айпери Максатовна, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, параграф: 2.14

Убранова Анастасия Алексеевна, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.10

Федоров Денис Максимович, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 1.19

Федюхин Михаил Сергеевич, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 3.12

Фонин Михаил Андреевич, Финансовый Университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.1

Ходова Елизавета Сергеевна, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 5.1

Хурхесова Виктория Алексеевна, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.16

Хутиев Рустэм Русланович, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграфы: 1.7, 3.4

Хутиев Рустэм Русланович, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 3.4

Цыбульский Фёдор Павлович, Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Новополоцк, Республика Беларусь, параграф: 5.3

Цыганков Владислав Романович, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 4.11

Четыркина Мария Артёмовна, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 3.13

Чибикова Валерия Максимовна, МИРЭА — Российский тех-

нологический университет, Москва, Россия, параграф: 2.15

Чикалова Александра Евгеньевна, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия, параграф: 4.2

Чуев Михаил Дмитриевич, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 1.10

Шерышев Егор Иванович, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 1.12

Шишкин Максим Алексеевич, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.11

Эшенкулова Акнур Нургазиевна, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, параграф: 2.14

Научные руководители

Алмазов Антон Александрович, доцент Кафедры бизнес-информатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграфы: 6.7, 6.12

Алюнов Александр Николаевич, кандидат технических наук, заведующий Кафедры информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 4.4

Бадьина Анна Викторовна, кандидат экономических наук, доцент Кафедры бизнес-информатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.8

Бажанова Светлана Валерьевна, кандидат психологических наук, доцент Кафедры информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 3.16

Бич Михаил Геннадиевич, кандидат технических наук, доцент Кафедры мировой экономики и мировых финансов, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 1.13

Бровкина Наталья Евгеньевна, доктор экономических наук, профессор Кафедры банковского дела и монетарного регули-

рования, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 3.3

Бурачёнок Ирина Брониславовна, кандидат технических наук, доцент, заведующий Кафедрой математики и компьютерной безопасности, Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Новополоцк, Республика Беларусь, параграф: 5.3

Васильева Елена Викторовна, доктор экономических наук, заведующий Кафедры бизнес-информатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.11

Волохова Татьяна Владимировна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Финансы» МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия, параграф: 1.16

Гридина Валерия Валериевна, кандидат экономических наук, доцент Кафедры бизнес-информатики, Донецкий государственный университет, Донецк, Россия, параграфы: 4.5, 6.15

Гринева Наталья Владимировна, кандидат экономических наук, доцент Кафедры информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграфы: 4.8, 4.9, 4.11

Деева Елена Алексеевна, кандидат экономических наук, доцент Кафедры бизнес-информатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.21

Джаманбаев Мураталы Джужумалиевич, доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Кыргызской Республики, заведующий Кафедры информационных технологий, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, параграф: 1.3

Долгов Виталий Игоревич, кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 4.12

Дудкина Екатерина Владимировна, Доцент Кафедры бизнес-

информатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.9

Емельянов Виталий Александрович, доктор технических наук, профессор Кафедры искусственного интеллекта, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 3.11

Журавлева Марина Гарриевна, кандидат технических наук, доцент Кафедры информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 3.2

Журавлева Ольга Викторовна, кандидат технических наук, доцент Кафедры экономической теории, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 1.18

Загорная Татьяна Олеговна, доктор экономических наук, профессор, заведующий Кафедрой бизнес-информатики, Донецкий государственный университет, Донецк, Россия, параграфы: 6.1, 6.6

Здоровец Юлия Ивановна, кандидат экономических наук, доцент Кафедры бизнес-финформатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграфы: 6.14, 6.16

Иванов Анатолий Викторович, доктор социологических наук, профессор Кафедры информационной безопасности, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 5.1

Казанцева Лариса Вячеславовна, старший преподаватель Кафедры вычислительной техники, МИРЭА — Российский технологический университет, Москва, Россия, параграф: 3.15

Кирпичев Виктор Петрович, кандидат химических наук, доцент Кафедры бизнес-финформатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.19

Колесников Андрей Викторович, доктор экономических наук, профессор Кафедры бизнес-информатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.5, 6.18

Кораблев Юрий Александрович, кандидат экономических

наук, доцент Кафедры бизнес-информатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 2.11

Косарев Владимир Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент Кафедры информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 4.1

Крахмалев Олег Николаевич, доктор технических наук, профессор Кафедры информационных технологий, Финансовый университет, Москва, Россия, параграфы: 1.2, 4.13

Кублик Евгений Ильич, кандидат технических наук, доцент Кафедры информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 4.7

Кузнецов Александр Васильевич, кандидат технических наук, доцент Кафедры информационной безопасности, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 5.2

Кутейников Владимир Валентинович, старший преподаватель Кафедры бизнес-информатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.2

Кучмезов Хамзат Хакимович, кандидат экономических наук, доцент Кафедры бизнес-информатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.4

Кыштобаева Гульбара Кадыровна, старший преподаватель Кафедры прикладной математики и информатики, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, параграф: 3.8

Кыштобаева Гульбара Кадыровна, старший преподаватель Кафедры прикладной математики и информатики, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, параграф: 6.3

Лозовский Владимир Валерьевич, кандидат технических наук, доцент Кафедры вычислительной техники, МИРЭА — Российский технологический университет, Москва, Россия, параграфы: 2.7, 2.15

Максименко Игорь Иванович, кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры компьютерных технологий, Донецкий государственный университет, Донецк, Россия, параграфы: 1.5, 2.13

Михалева Мария Юрьевна, кандидат экономических наук, доцент Кафедры моделирования и системного анализа, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграфы: 1.12, 1.19

Муравейко Александр Юрьевич, старший преподаватель Кафедры информационных технологий Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 3.10

Никитин Петр Владимирович, кандидат педагогических наук, доцент Кафедры искусственного интеллекта, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 1.6

Новыш Борис Владимирович, кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры управления информационными ресурсами, Академия управления при Президенте Республики Беларусь, Минск, Республика Беларусь, параграфы: 1.9, 3.7

Олейник Елена Борисовна, доктор экономических наук, профессор Департамента управления на основе данных, Школа экономики и менеджмента, Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия, параграф: 1.4

Олехова Елена Федоровна, кандидат технических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 1.8

Омарова Зарема Курбановна, доктор экономических наук, профессор Кафедры экономической теории, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 1.14

Орлова Нина Геннадьевна, кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграфы: 1.17, 2.8, 2.17

Петрович Ольга Николаевна, кандидат технических наук, доцент, Декан факультета информационных технологий, Полоцкий государственный университет имени Евфроси-

нии Полоцкой, Полоцк, Республика Беларусь, параграфы: 3.5, 3.6, 6.20

Пилюгина Анна Валерьевна, кандидат экономических наук, доцент Кафедры «Финансы», МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия, параграф: 1.15

Пласкова Наталия Степановна, доктор экономических наук, профессор Кафедры финансового контроля, анализа и аудита, Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова, Москва, Россия, параграф: 4.2

Рыжова Анастасия Андреевна, старший преподаватель Кафедры вычислительной техники, МИРЭА — Российский технологический университет, Москва, Россия, параграф: 4.10

Рылов Александр Аркадьевич, кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 3.1

Славин Борис Борисович, доктор экономических наук, профессор Кафедры бизнес-информатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.13

Смирнов Михаил Викторович, кандидат технических наук, доцент Кафедры информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 4.6

Судаков Владимир Анатольевич, доктор технических наук, профессор Кафедры информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграфы: 1.7, 3.4

Тагаева Сабина Базарбаевна, кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры прикладной математики и информатики, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, параграф: 2.6

Токтоналы Аида, старший преподаватель Кафедры прикладной математики и информатики, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, параграф: 2.14

Фомичева Татьяна Леонидовна, кандидат экономических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.10

Хрипунова Марина Борисовна, кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграфы: 2.4, 2.5, 2.9, 2.16, 2.18, 2.19

Чернышенко Всеволод Сергеевич, кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграфы: 1.1, 1.10, 1.11, 2.1, 2.2, 2.10, 3.12, 3.13, 3.14, 4.3

Черняков Алексей Николаевич, кандидат философских наук, доцент Кафедры информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 3.9

Штрекер Евгений Николаевич, кандидат технических наук, доцент Кафедры вычислительной техники, МИРЭА — Российский технологический университет, Москва, Россия, параграф: 2.3

Шумаков Андрей Андреевич, старший преподаватель Кафедры бизнес-информатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, параграф: 6.17

ВВЕДЕНИЕ

Косарев Владимир Евгеньевич,

Кандидат технических наук, доцент Кафедры информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, vkosarev@fa.ru

Цифровизация пришла в современный мир вслед за техническим прогрессом. В нашей стране важность вопросов цифровизации оценивается очень высоко — сформированы и реализуются ряд Государственных программ. Университеты всего мира, Финансовый университет при Правительстве РФ, в том числе — заняты подготовкой специалистов для реального сектора экономики. Подготовка будущих специалистов (бакалавров, магистрантов, аспирантов) на Факультете информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета, среди много другого, включает: изучение основ экономики и финансов, изучение математических методов, математического моделирования, а также искусства разработки программного обеспечения.

Необходимо отметить, что вызовы современности смещают центр исследований в области цифровизации экономики в зону реализации математического моделирования, применения методов искусственного интеллекта. В этом контексте во многих университетах России и зарубежья — мы наблюдаем, в частности, усиление позиций ИТ кафедр и факультетов, а также, в целом, образования в области прикладной математики, информатики, кибербезопасности, экономической кибернетики.

Студенты университетов — молодые исследователи, проходя обучение в ВУЗе, одновременно втягиваются в реальные научно-исследовательские и прикладные задачи, которыми в настоящее время занимаются государственные и муниципальные учреждения, компании и корпорации, финансовые организации.

Сама тематика Конференции «Информатизация экономики и финансов: модели, методы и технологии» предполагает консолидацию идей вокруг внедрения математических методов, инновационных информационных технологий в прикладные задачи, в процессы цифровизации экономики и финансов.

Цель настоящего сборника статей, как и глубинная задумка организаторов Конференции — высвободить творческий потенциал студентов и помочь им стать специалистами с большой буквы «С».

По нашему мнению, полученные результаты вносят сильный вклад молодых исследователей в вопросы развития цифровизации общества, экономики, технологий. Некоторые исследования носят обзорный характер, однако большая часть студенческих исследований — это либо представление процессов внедрения в информационные технологии предприятий, финансовых организаций реального сектора экономики, либо четко выраженное намерение достигнуть внедренческих результатов.

Сборник статей представлен шестью секциями. Каждая секция — это результат организационной деятельности кафедр Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета: Кафедры моделирования и системного анализа — секция 1 (представлено 28 докладов, опубликовано 19 статей); Кафедры математики и анализа данных — секция 2 (представлено 26 докладов, опубликовано 19 статей); Кафедры информационных технологий — секции 3 и 4 (представлено 36 докладов, опубликовано 29 статей); Кафедры информационной безопасности — секция 5 (представлено 15 докладов, опубликовано 3 статьи); Кафедры бизнес-

информатики — секция 6 (представлен 21 доклад, опубликована 21 статья).

Базу нашей Конференции составили выступления студентов Факультета информационных технологий и анализа больших данных. Однако нам удалось вовлечь в работу Конференции студентов других факультетов Финансового университета: Международный экономический факультет; Финансовый факультет; Институт онлайн образования.

Мы также благодарим студентов и аспирантов других Университетов, их научных руководителей — преподавателей и одновременно наших творческих партнеров. Среди участников Конференции, представивших свои исследования в выступлениях на Конференции и в настоящем сборнике, работы от российских ВУЗов:

- Донецкий государственный университет, Донецк, Россия;
- МИРЭА — Российский технологический университет, Москва, Россия;
- МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия;
- РЭУ им. Г. В. Плеханова, Москва, Россия;
- Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия;

Нам также удалось вовлечь в работу Конференции, пригласить к публикации в настоящем сборнике статей -Студентов и аспирантов некоторых зарубежных ВУЗов. Наши партнеры:

- Кыргызский государственный технический университет имени Исхака Раззакова, Бишкек, Кыргызстан;
- Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Полоцк, Республика Беларусь;
- Академия управления при Президенте Республики Беларусь, Минск, Республика Беларусь;
- Северный институт профессиональных исследований (NIPSAR), Нью-Дели, Республика Индия.

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

IV Международная научно-практическая конференция студентов и аспирантов «Цифровизация экономики и финансов: модели, методы и технологии», Финансовый университет, Москва, 22–23 апреля 2026 года

Приветственное слово:

Феклин Вадим Геннадьевич, декан Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, кандидат физико-математических наук, Москва, Российская Федерация

Афанасьев Антон Александрович, заведующий кафедрой моделирования и системного анализа Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, доктор экономических наук, Москва, Российская Федерация

На пленарном заседании были заслушаны доклады:

Петрович Ольга Николаевна, декан факультета информационных технологий Полоцкого Государственного Университета имени Евфросинии Полоцкой, кандидат технических наук, доцент, Полоцк, Республика Беларусь «Курсовая разработка — выход в релиз. Как опыт преподавателей и студенческое творчество превращают учебный код в готовый программный продукт»

Жданов Дмитрий Алексеевич, заведующий лаборатории методов и механизмов управления предприятиями ЦЭМИ, доктор экономических наук, Москва, Российская Федерация «Оптимизация портфеля заказов предприятия с помощью ИИ»

Чарул Шарма, основатель и управляющий директор Северный институт профессиональных исследований (NIPSAR), Нью-Дели, Республика Индия «Помимо алгоритмов: понимание человеческой интерпретации искусственного интеллекта в цифровых организациях»

Загорная Татьяна Олеговна, заведующая Кафедрой бизнес-информатики, ФГБУ ВО «Донецкий государственный университет», доктор экономических наук, профессор, Донецк, Российская Федерация «Экономика данных и цифровая трансформация — новый этап развития донецкой школы экономической кибернетики в молодежных проектах»

Олейник Елена Борисовна, профессор Департамента социально-экономических исследований и регионального развития Школы экономики и менеджмента ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», доктор экономических наук, Владивосток, Российская Федерация «Искусственный интеллект в сфере образования России и Китая: сравнительный анализ»

Модератор — **Коровин Дмитрий Игоревич**, профессор Кафедры моделирования и системного анализа Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового Университета при Правительстве Российской Федерации, доктор экономических наук

Программный комитет

Председатель программного комитета:

Остапенко Григорий Александрович, проректор Финансового университета по цифровизации.

Члены программного комитета:

Алюнов Александр Николаевич, заведующий Кафедрой информационных технологий Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета;

Афанасьев Антон Александрович, заведующий Кафедрой моделирования и системного анализа Факультета информа-

ционных технологий и анализа больших данных Финансового университета;

Богданов Евгений Александрович, заведующий Кафедрой информационной безопасности Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета;

Васильева Елена Викторовна, заведующий Кафедрой бизнес-информатики Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета;

Джаманбаев Мураталы Джужумалиевич, член-корреспондент Национальной Академии наук Кыргызской Республики, заведующий кафедрой «Прикладная математика и информатика» Института информационных технологий Кыргызского государственного технического университета имени И. Раззакова (гражданин Кыргызской республики дистанционное участие, по согласованию);

Мамажанов Икрамжон Ганижонович, проректор по учебной работе Андижанского филиала Кокандского университета (гражданин Республики Узбекистан, дистанционное участие, по согласованию);

Михайлова Светлана Сергеевна, заведующий Кафедрой математики и анализа данных Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета;

Сунь М. (Sun Minghong), заместитель декана факультета финансового менеджмента и управления персоналом Даляньского университета информатики Neusoft (гражданин Китайской Народной Республики, дистанционное участие, по согласованию);

Хасанов Ильнур Ильдарович, доцент Кафедры информационных технологий Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета.

Организационный комитет:

Председатель организационного комитета:

Феклин Вадим Геннадьевич, декан Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета.

Заместители председателя:

Афанасьев Антон Александрович, заведующий Кафедрой моделирования и системного анализа Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета;

Кочкаров Расул Ахматович, заместитель декана Факультета информационных технологий и анализа больших данных по научной работе Финансового университета.

Члены организационного комитета:

Будаев Евгений Сергеевич, доцент Кафедры информационных технологий Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета;

Булгакова Елена Валерьевна, доцент Кафедры информационной безопасности Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета;

Герасимова Елена Георгиевна, ассистент Кафедры информационной безопасности Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета;

Горшков Кирилл Андреевич, доцент Кафедры информационных технологий Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета;

Гринева Наталья Владимировна, доцент Кафедры информационных технологий Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета;

Зубов Ярослав Олегович, доцент Кафедры бизнес-информатики Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета;

Каимов Сулеймен Талгатович, ассоциированный профессор кафедры Компьютерной инженерии Международного ИТ Университета (гражданин Республики Казахстан, дистанционное участие, по согласованию);

Коровин Дмитрий Игоревич, профессор Кафедры моделирования и системного анализа Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета;

Косарев Владимир Евгеньевич, доцент Кафедры информационных технологий Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета;

Мирзоян Мариам Валериковна, доцент Кафедры математики и анализа данных Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета;

Морозова Юлия Геннадьевна, главный специалист Кафедры моделирования и системного анализа Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета;

Неизвестный Сергей Иванович, профессор Кафедры бизнес-информатики Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета;

Рыбачук Максим Александрович, доцент Кафедры моделирования и системного анализа Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета;

Рылов Александр Аркадьевич, доцент Кафедры математики и анализа данных Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета;

Старовойтова Татьяна Феликсовна, доцент Кафедры управления информационными ресурсами Академии управления при Президенте Республики Беларусь (гражданка Республики Беларусь, дистанционное участие, по согласованию);

Уандыкова Мафура Кусмановна, профессор Школы Цифровых Технологий Университета Нархоз (гражданка Республики Казахстан, дистанционное участие, по согласованию);

Хашимходжаев Шарафутдин Ишанходжаевич, доцент кафедры «Искусственный интеллект» Ташкентского государственного экономического университета (гражданин Республики Узбекистан, дистанционное участие, по согласованию);

Чертков Валерий Михайлович, заведующий Кафедрой технологий программирования Полоцкого государственного университета имени Ефросинии Полоцкой (гражданин Республики Беларусь, дистанционное участие, по согласованию).

СЕКЦИЯ 1.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

Работа секции 1 была организована Кафедрой моделирования и системного анализа Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета. Заведующий Кафедрой моделирования и системного анализа доктор экономических наук Афанасьев А. А.

1.1 ИННОВАЦИИ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ КАТАСТРОФ: ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО ВЗВЕШИВАНИЯ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ОЦЕНКИ РИСКА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Молдовский Тимур Юрьевич,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 244073@edu.fa.ru

Раковский Александр Дмитриевич,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 245099@edu.fa.ru

Научный руководитель:
Чернышенко Всеволод Сергеевич,
Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, VSChernyshenko@fa.ru

В статье исследуются временные закономерности возникновения и ликвидации лесных пожаров в России на основе данных Авиалесоохраны за 2015–2024 годы. Метод Каплана–Мейера применяется для оценки вероятности полного тушения пожаров во времени: в первые 10 часов она остаётся низкой, резко возрастает в период 10–50 часов активного тушения и выходит на плато после 100 часов. Предложена параметрическая модель выживаемости на основе экспоненциального взвешенного скользящего среднего (EWMA), учитывающая накопленный исторический риск как основной предиктор вероятности новых возгораний. Многофакторная линейная регрессия с синоптическими данными ERA5 (температура, осадки, ветер) и EWMA-риском объяснила 79,5% дисперсии площади пожаров ($R^2 = 0,795$). Установлено, что накопленный исторический риск (EWMA) доминирует над метеорологическими переменными как предиктор площади выгорания, что подтверждается ансамблевыми методами машинного обучения — случайным лесом, градиентным бустингом и XGBoost. Результаты обосновывают внедрение EWMA-мониторинга для приоритизации ресурсов пожаротушения в бореальных регионах России.

Ключевые слова: анализ выживаемости, метод Каплана–Мейера, EWMA, лесные пожары, прогнозирование рисков, машинное обучение, бореальные леса

ВВЕДЕНИЕ

Лесные пожары оказывают существенное влияние на экосистемы бореальных лесов, нарушая углеродный баланс, круговорот питательных веществ и процессы восстановления растительности [1]. В условиях изменения климата частота и интенсивность пожаров продолжают возрастать, создавая угрозу устойчивости этих экосистем [2]. Исторические данные о пожарах предоставляют ценную информацию для разработки превентивных стратегий лесопользования, однако потенциал статистических мето-

дов анализа выживаемости в данном контексте остаётся недооценённым.

Целью работы является анализ временных характеристик лесных пожаров России с применением метода Каплана–Мейера и параметрической модели выживаемости на основе EWMA. Источником данных послужили записи Авиалесоохраны за 2015–2024 годы, дополненные реанализом ERA5 Copernicus.

ИССЛЕДОВАНИЕ

1. Метод Каплана–Мейера для оценки времени ликвидации пожаров

Метод Каплана–Мейера применён для оценки вероятности полного тушения пожара как функции времени с момента его обнаружения. Функция выживания вычисляется по формуле $S(t) = \prod (1 - d_i/n_i)$, где d_i — число потушенных пожаров, n_i — число активных пожаров на начало интервала. Анализ кривой выявил три характерных этапа: начальный (0–10 ч) с низкой вероятностью тушения $S(t) \approx 0,1$; активный (10–50 ч) с резким ростом до $S(t) \approx 0,8$; завершающий (100+ ч) с замедляющимся приближением к единице.

Сравнительный анализ кривых по типам лесного покрова показал, что сфагновые и зеленомошные леса отличаются затруднённым тушением вследствие труднодоступности очагов, тогда как травяные покровы ликвидируются быстрее. Среди древесных пород наибольшую скорость тушения демонстрируют бук и ясень (80–90% вероятность за 130 ч), тогда как леса с преобладанием кустарников и кедра требуют наибольших усилий.

2. Параметрическая модель выживаемости на основе EWMA
Для учёта кумулятивных эффектов прошлых пожаров предложена параметрическая модель выживаемости, в которой накопленный риск $H(t)$ рассчитывается методом EWMA: $H(t) = \alpha X_i + (1-\alpha)H(t-1)$, где X_i — доля сгоревшей территории в месяце i , α — коэффициент сглаживания (0,1–0,3). Функция выживания $S(t) = \exp(-\lambda H(t))$, параметр λ калибруется по методу максималь-

ного правдоподобия с учётом цензурированных наблюдений.

Апробация на данных трёх регионов выявила выраженную региональную специфику: в Красноярском крае риск последовательно нарастает с апреля по август (вероятность отсутствия пожара снижается с 99,99% до 99,82%); в Приморском крае пики приходятся на весну и осень вследствие муссонной цикличности; в Ханты-Мансийском АО риск стабильно низкий с умеренным максимумом в июле–августе.

3. Многофакторный анализ площади выгорания

Для количественной оценки вклада EWMA-риска относительно синоптических предикторов построена модель множественной линейной регрессии с 44 регрессорами (агрегированные статистики температуры, ветра, осадков и EWMA за текущую и предыдущую недели). После преобразования Бокса–Кокса для устранения асимметрии распределений модель объяснила 79,5% дисперсии площади пожаров ($R^2 = 0,795$, скорр. $R^2 = 0,776$, $F = 41,06$, $p < 0,001$). EWMA-статистики занимают второе место по силе влияния ($\beta \approx 1,04$, $p < 0,001$) с узкими доверительными интервалами [0,900; 1,189].

Сравнительный анализ ансамблевых методов машинного обучения (случайный лес, градиентный бустинг, XGBoost) подтвердил доминирующую роль EWMA: во всех трёх моделях статистики накопленного риска входят в тройку наиболее важных признаков. Лучшие результаты показал случайный лес ($R^2 = 0,718$ в логарифмической шкале, $RMSE = 2620$ га, $MAE = 1156$ га). Анализ остатков подтвердил нормальность (тест Шапиро–Уилка: $p = 0,576$), гомоскедастичность (тест Бройша–Пэгана: $p = 0,621$) и отсутствие автокорреляции ($DW = 1,917$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование демонстрирует эффективность интеграции методов анализа выживаемости, EWMA и алгоритмов машинного обучения для оценки рисков лесных пожаров. Установлено, что накопленный исторический риск (EWMA) является ведущим предиктором площади выгорания, превосходящим

синоптические факторы во всех применённых моделях. Этот результат обусловлен механизмом положительной обратной связи: прошлые пожары деградируют растительный покров, накапливают сухое топливо и изменяют микроклимат, усиливая уязвимость к повторным возгораниям.

Практическая значимость состоит в обосновании внедрения EWMA-мониторинга в региональные системы лесной охраны для идентификации зон повышенного кумулятивного риска. Для Красноярского края рекомендуется комбинировать EWMA с метеопрогнозами; для Приморья — учитывать ветровые факторы; для Югры — заболоченность как модулятор температурных эффектов. Перспективным направлением является расширение модели за счёт спутниковых данных и климатических сценариев.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Kirilyanov A. V. et al. Long-term ecological consequences of forest fires in the continuous permafrost zone of Siberia // *Environ. Res. Lett.* 2020. Vol. 15, № 3. P. 034061. DOI: 10.1088/1748–9326/ab7469.
2. Flannigan M. et al. Impacts of climate change on fire activity and fire management in the circumboreal forest // *Glob. Change Biol.* 2009. Vol. 15, № 3. P. 549–560. DOI: 10.1111/j.1365–2486.2008.01660.x.
3. Bowman D. M. J. S. et al. Fire in the Earth System // *Science*. 2009. Vol. 324, № 5926. P. 481–484. DOI: 10.1126/science.1163886.
4. Westerling A. L. et al. Warming and Earlier Spring Increase Western U. S. Forest Wildfire Activity // *Science*. 2006. Vol. 313, № 5789. P. 940–943. DOI: 10.1126/science.1128834.
5. Hess A. S., Hess J. R. Kaplan–Meier survival curves // *Transfusion*. 2020. Vol. 60, № 4. P. 670–672. DOI: 10.1111/trf.15725.
6. Jolly W. M. et al. Climate-induced variations in global wildfire danger from 1979 to 2013 // *Nat. Commun.* 2015. Vol. 6, № 1. P. 7537. DOI: 10.1038/ncomms8537.
7. Tyukavina A. et al. Global Trends of Forest Loss Due to Fire From 2001 to 2019 // *Front. Remote Sens.* 2022. Vol. 3. P. 825190. DOI: 10.3389/frsen.2022.825190.

1.2 АНСАМБЛЕВОЕ ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОРТФЕЛЕМ АКЦИЙ НА РОССИЙСКОМ ФОНДОВОМ РЫНКЕ

Кобзев Артем Александрович,
Аспирант, Кафедра информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, onkrakhmalev@fa.ru

Научный руководитель:
Крахмалев Олег Николаевич,
Доктор технических наук, профессор Кафедры информационных технологий, Финансовый университет, Москва, Россия, onkrakhmalev@fa.ru

В работе исследуется применение ансамблевого глубокого обучения с подкреплением к задаче управления портфелем акций на российском фондовом рынке. Рассматривается система из трех агентов PPO, A2C и SAC с динамическим выбором активного агента по составному критерию качества на основе коэффициента Sortino и штрафа за максимальную просадку. Наиболее значимый результат получен для конфигурации, в которой агент SAC непрерывно дообучается на транзакциях любого активного агента ансамбля. На данных Московской биржи за 2015–2025 годы такая схема обеспечила суммарную доходность +61,7% и превзошла пассивные бенчмарки по абсолютной доходности. Подтверждающий эксперимент с обучением с нуля показал воспроизводимость вывода, а анализ медвежьего рынка 2024 года выявил структурное ограничение long-only ансамбля: отсутствие полноценного механизма перехода в безрисковый актив.

Ключевые слова: глубокое обучение с подкреплением, управление портфелем, Московская биржа, ансамблевые методы, PPO, A2C, SAC

ВВЕДЕНИЕ

Управление инвестиционным портфелем относится к чис-

лу задач, в которых традиционные модели испытывают ограничения из-за нестационарности финансовых рядов, смены рыночных режимов и высокой чувствительности результата к редким стрессовым событиям. Методы глубокого обучения с подкреплением позволяют обучать торговую стратегию непосредственно на исторических данных, а ансамблевые архитектуры уменьшают зависимость результата от одного алгоритма и позволяют переключаться между агентами с различными свойствами.

Российский рынок представляет удобный материал для проверки подобных методов: рост 2023 года сменился длительным снижением 2024 года на фоне повышения ключевой ставки Банка России до 21%, а затем началось восстановление 2025 года. Цель исследования состоит в выявлении тех элементов RL-архитектуры, которые действительно создают воспроизводимый прирост качества на данных МОЕХ.

ИССЛЕДОВАНИЕ

В исходной конфигурации v1 была воспроизведена архитектура FinRL с агентами PPO, A2C и DDPG. На тестовом периоде 2023–2025 годов она дала только +2,8% суммарной доходности при максимальной просадке –44,8%, что показало недостаточность прямого переноса исходной схемы на российский рынок.

В версии v2 DDPG заменен на SAC, набор признаков расширен до 11 на тикер, в пространство состояний добавлены макроэкономические переменные, а функция вознаграждения дополнена штрафами за просадку, CVaR и оборот портфеля. Это обеспечило +57,4% суммарной доходности и показало, что off-policy агент и более информативное описание состояния существенно повышают качество.

Ключевым вкладом работы является межагентное непрерывное обучение SAC. После каждого торгового дня переход, сформированный активным агентом ансамбля, попадал в буфер воспроизведения SAC, после чего выполнялся один шаг градиентного обновления. На полном тестовом периоде эта схема

показала лучший результат: +61,7% при Sharpe 0,590, Sortino 0,730 и максимальной просадке –33,4%.

Подтверждающий эксперимент v4, выполненный с обучением с нуля без дополнительных модулей детектирования режима, обеспечил +51,4% суммарной доходности и Sortino 0,739. Это подтвердило, что главный источник эффекта состоит в сочетании расширенной архитектуры и непрерывного обучения SAC, а не в накоплении эвристических надстроек.

Содержательный вывод состоит в том, что long-only ансамбль способен генерировать положительную альфу на растущем рынке и в фазе восстановления, но не содержит встроенного механизма полноценной защиты капитала при одновременном падении рынка и высокой безрисковой ставке.

Таблица 1. Ключевые конфигурации ансамбля на тестовом периоде 2023–2025 годов

Конфигурация	Ключевое изменение	Total,%	Sortino	MaxDD,%
v1	Базовая архитектура FinRL	+2,8	—	-44,8
v2	SAC + расширенные признаки + риск-штрафы	+57,4	0,703	-39,3
v3	Межагентное непрерывное обучение SAC	+61,7	0,730	-33,4
v4	Подтверждающее обучение с нуля	+51,4	0,739	-32,1
v5	Резервный переход в денежную позицию	+58,7	1,020	-68,2

ФОРМУЛЫ

Ниже ключевые формулы, использованные в исследовании: функция вознаграждения (1); межагентное off-policy обновление SAC (2); критерий Sortino(3); составной показатель качества (4) и правило выбора активного агента (5).

$$r_t = 100 \cdot \log \frac{V_t}{V_{t-1}} - \lambda_{dd} DD_t - \lambda_{cvar} CVaR_{5\%}(t) - \lambda_{turn} TO_t, (1)$$

$$L(\theta) = E_{(s,a,r,s') \sim D} [(Q_\theta(s,a) - y)^2], \quad y = r + \gamma V^-(s'), (2)$$

$$Sortino_k^{(i)} = \frac{r_k^{-(i)}}{\sigma_{down,k}^{(i)} + \varepsilon}, (3)$$

$$score_k^{(i)} = Sortino_k^{(i)} \cdot \exp\left(-\frac{|MaxDD_k^{(i)}|}{\sigma_{dd}}\right), (4)$$

$$i_k^* = \arg \max_{i \in \{PPO, A2C, SAC\}} score_k^{(i)}. (5)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ансамблевое глубокое обучение с подкреплением применимо к задаче управления портфелем на российском рынке, если архитектура дополняется механизмом непрерывной адаптации off-policy агента. Наиболее результативной оказалась конфигурация, в которой SAC обучается на транзакциях любого активного агента ансамбля, что позволило превзойти индекс ИМОЕХ и равновзвешенный портфель по суммарной доходности.

Одновременно показано, что прирост доходности не устраняет проблему защиты капитала на затяжном падающем рынке. Поэтому дальнейшее исследование должно быть ориентировано на моделирование безрискового актива и риск-ориентированное перераспределение капитала в неблагоприятной макрофинансовой среде.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Буренин А. Н. Рынок ценных бумаг и производных финансовых инструментов: учеб. пособие. — М.: НТО им. С. И. Вавилова, 2011. — 352 с.
2. Лобанов А.А., Чугунов А. В. Энциклопедия финансового риск-менеджмента. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2009. — 936 с.

3. Берзон Н.И., Аршавский А.Ю., Буянова Е.А. Фондовый рынок: учеб. пособие. — М.: Вита-Пресс, 2009. — 400 с.
4. Markowitz H. M. Portfolio Selection // The Journal of Finance. — 1952. — Vol. 7, no. 1. — P. 77–91.
5. [Black F., Litterman R. Global Portfolio Optimization // Financial Analysts Journal. — 1992. — Vol. 48, no. 5. — P. 28–43.
6. Yang Z., Zhu Y., Guo J. et al. Deep Reinforcement Learning for Automated Stock Trading: An Ensemble Strategy // Proceedings of the First ACM International Conference on AI in Finance (ICAIF). — 2020. — arXiv:2011.09607.
7. Mnih V., Kavukcuoglu K., Silver D. et al. Human-Level Control Through Deep Reinforcement Learning // Nature. — 2015. — Vol. 518. — P. 529–533.
8. Lillicrap T.P., Hunt J.J. et al. Continuous Control with Deep Reinforcement Learning // Proceedings of ICLR. — 2016. — arXiv:1509.02971.
9. Schulman J., Wolski F., Dhariwal P. et al. Proximal Policy Optimization Algorithms // arXiv:1707.06347. — 2017.
10. Haarnoja T., Zhou A., Abbeel P., Levine S. Soft Actor-Critic: Off-Policy Maximum Entropy Deep Reinforcement Learning with a Stochastic Actor // Proceedings of ICML. — 2018. — arXiv:1801.01290.

1.3 РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА РАЗМЫВА ГРУНТОВЫХ ПЛОТИН

Болотбеков Данияр Талантович,
*Студент бакалавриата, Кыргызский государственный техни-
ческий университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан,*
jamanbaevm@kstu.kg

Научный руководитель:
Джаманбаев Мураталы Джужумалиевич,
*Доктор физико-математических наук, профессор, член-кор-
респондент Национальной академии наук Кыргызской Республики,*

заведующий Кафедры информационных технологий, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, jamanbaevm@kstu.kg

Данная работа посвящена к расчету разрушения грунтовых плотин хвостохранилищ при переливе воды через гребень.

Ключевые слова: моделирование, математические модели, плотины, перелив через гребень, гидрограф расхода воды, хвостохранилища

Существуют множество работ, посвященные к математическому моделированию разрушения плотины. Адекватность математической модели проверялись экспериментально на модельных и на реальных плотинах. В этой работе приведен алгоритм численной реализации математической модели размыва плотины и составлена программа расчета на языке Kotlin, который рекомендуется Google для разработки приложений. Правильность алгоритма и программы расчета проверялись решением задачи размыва плотины, приведенной в работе и сопоставлением их результатов, которые дали очень хорошее согласование. Затем проведено расчеты размыва грунтовой плотины одной из хвостохранилищ в Кыргызстане.

Профиль грунтовой плотина имеет трапецеидальный вид. Математическая модель разрушение плотины состоит из трех этапов.

На первом этапе происходит размыв низового откоса и к концу первого этапа плотина принимает форму близкую к треугольной т.е. происходит с начала процесс размыва гребня плотины с его начальной шириной. Причем отметка гребня со стороны верхового откоса остается постоянной.

Второй этап — процесс интенсивного расширения прорана и размыва его гребня до дна плотины.

Третий этап — процесс расширения прорана и слив большей части объема водохранилища. Результаты расчета показаны в виде графика расширение прорана, размыва плотины и гидрографа расхода. Ширина прорана плотины доходить до 142.47м. за 3.69ч. Пик расхода воды через проран достигается до 56234.4м³/с. за 1.94ч. затем начинается уменьшение и до-

ходить до 3665.23м 3 /с., а уровень воды в хвостохранилища остается на уровне 9.03м. По нормативу для данной плотины время образования ширины прорана равнялась 3.9ч.

ВЫВОД

Полученные результаты являются приближенными так, как отдельные параметры данной плотины для нас были неизвестными и для расчета использовались аналогичные значения из литературы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ивашечкин В. В., Богославчик П. М, Веременюк В. В., Немеровец О. В. Теоретические основы расчета размыва грунтовых плотин при переливе воды через гребень // Энергетика. Изв. Высш. Учебных заведений и энерг. Объединений СНГ. Т. 65, № 3 (2022), с. 276–284.
2. Пономарчук, К. Р. Оценка параметров развития прорана при разрушении грунтовой плотины / К. Р. Пономарчук // Природоустройство. 2011. № 3. С. 77–82.
3. Богославчик, П. М. Расчетная модель размыва грунтовых плотин при переливе /П.М. Богославчик // Наука и техника. 2018. Т. 17, № 4. С. 292–296.

1.4 АЛГОРИТМ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О РАСПРЕДЕЛЕНИИ БЮДЖЕТА НА СОЗДАНИЕ И ПОДДЕРЖКУ ОРГАНИЗАЦИЙ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Кузора Станислав Сергеевич,

Соискатель Департамента управления на основе данных, Школа экономики и менеджмента, Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия, kuzora_ss@dvfu.ru

Научный руководитель:

Олейник Елена Борисовна,

Доктор экономических наук, профессор Департамента управ-

ления на основе данных, Школа экономики и менеджмента, Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия, oleynik.eb@dvfu.ru

Тезисы исследования посвящены разработке алгоритма принятия решения о распределении бюджета на создание и поддержку организаций инновационной инфраструктуры. В основе алгоритма лежит математический инструментарий, который включает применение теории нечетких множеств, метода анализа иерархий, метода нормализации. Предлагаемый алгоритм предназначен для отбора организаций инновационной инфраструктуры, которые заинтересованы в финансовой поддержке. Алгоритм учитывает текущую эффективность организаций, их приоритетное направление, а также бюджет, который выделен на поддержку. Результаты исследования могут быть применимы государственными органами исполнительной власти, чья деятельность связана с инновационным развитием. К таковым относятся Правительство РФ, Минэкономразвития России, Минпромторг России, Минобрнауки России и др.

Ключевые слова: организации инновационной инфраструктуры, инновационное развитие, распределение бюджета, математическое моделирование, теория принятия решений.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из возможных способов достижения стратегических целей устойчивого развития экономики является переход от экспортно-сырьевой к инновационной модели развития. Под инновационным развитием понимается создание технологической среды, направленной на коммерциализацию научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности, посредством формирования благоприятных условий со стороны государства: прямого финансирования, бюджетного и налогового стимулирования, устранения правовых административных барьеров, необходимых социально-экономических режимов. Неотъемлемой частью инновационного развития является

деятельность организаций инновационной инфраструктуры, связанная с реализацией научно-исследовательских проектов и технологических разработок.

В виду значимой роли государства в поддержке организаций инновационной инфраструктуры, становится необходимым целесообразное распределение финансовых и других ресурсов. Одним из способов распределения бюджета является применение методов математического моделирования [1,2]. В этой связи целью настоящего исследования является разработка алгоритма, основанного на ранее разработанной методике оценки эффективности [3–5], для принятия решения о распределении бюджета на создание и поддержку организаций инновационной инфраструктуры.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Ниже поэтапно представлена математическая формализация методики оценки эффективности деятельности организаций инновационной инфраструктуры.

1. Фаззификация (нахождение значений функций принадлежности):

$$A = x_n \in \mu_a(x), \quad (1)$$

где A — терм-множество; x_n — числовое значение входной переменной; $\in$ — принадлежность конкретного объекта (точки) универсальному множеству; $\mu_a(x)$ — функция принадлежности, указывающая меру соответствия x нечеткому множеству A на интервале $[0, 1]$.

2. Формирование правил:

$$r_n = (\tilde{a} = x_n \theta \tilde{b} = y_n) \Rightarrow C \quad (2)$$

где r_n — правило, $\tilde{a}$ и $\tilde{b}$ — входные лингвистические переменные, которые оцениваются значениями x_n и y_n ; θ — логическая операция (и/или); $\Rightarrow$ — знак активизации (тогда); C — выходная лингвистическая переменная.

3. Агрегация:

$$C = \max(\mu_{cl}(z), \dots, \mu_{cr}(z)) \quad (3)$$

4. Дефаззификация:

$$z = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_{cr}(z) \max}{n} \quad (4)$$

где z — числовое значение оценки, n — количество правил.

5. Оценка по виду деятельности:

$$f_i = \frac{z_{res}}{z_{cost}} w_i \quad (5)$$

где w_i — весовой коэффициент для i -того вида, определенный с помощью метода анализа иерархий (МАИ). Расстановка коэффициентов позволяет учитывать особенность оцениваемых организаций.

6. Агрегирование:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n f_i w_i}{\sum_{i=1}^n f_i} \quad (6)$$

где F — общая оценка по всем возможным функциям.

7. Факторизация:

$$M = \left(\frac{x_1 * x_2}{x_3} \right) \quad (7)$$

где x_1 — число проектов, x_2 — число партнеров, x_3 — число сотрудников в организации;

$$G = \sqrt[3]{MTK} \quad (8)$$

где G — результат оценки по масштабу (M) с учетом периода появления организации (T) и внешними факторами влияния (K), где K находится как сумма нескольких нормированных факторов по методу min-max.

8. Интегрирование:

$$E = \frac{F+G}{2} \quad (9)$$

где E — интегральная оценка эффективности деятельности организации инновационной инфраструктуры.

Таким образом, описанная методика оценки эффективности является основанием для разработки алгоритма принятия



Рис. 1. Алгоритм принятия решений о распределении бюджета на создание и поддержку организаций инновационной инфраструктуры

решения о распределении бюджета на создание и поддержку организаций инновационной инфраструктуры. Такой алгоритм должен включать следующие пункты: 1) согласование бюджета, 2) использование результатов оценки эффективности, 3) расчет доли финансирования на конкретную организацию, 4) принятие решения о создании или поддержке отобранных организаций инновационной инфраструктуры. На рисунке 1 представлен данный алгоритм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом исследования является составленный алгоритм по распределению бюджета на создание и поддержку организаций инновационной инфраструктуры, который основывается на полученных значениях методики оценки. Данный алгоритм может быть использован исполнительными орга-

нами власти для целесообразного распределения денежных средств.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (программа стратегического академического лидерства «Приоритет-2030», проект ДВФУ № АСП-25–03–5.02–0032).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кузора С. С. Использование методов математического моделирования для оценки эффективности деятельности организаций инновационной инфраструктуры / С. С. Кузора, Е. Б. Олейник // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. — 2023. — № 4(72). — С. 44–53.
2. Кузора С. С. Методика оценки эффективности деятельности организаций инновационной инфраструктуры / С. С. Кузора, Е. Б. Олейник // Прикладная математика и вопросы управления. — 2024. — № 2. — С. 139–154.
3. Кузора С. С. Имитационная модель оценки эффективности деятельности организаций инновационной инфраструктуры / С. С. Кузора // Дискуссия. — 2024. — № 7(128). — С. 13–20.
4. Кузора С. С. Математический инструментарий оценки эффективности деятельности организаций инновационной инфраструктуры / С. С. Кузора, Е. Б. Олейник // Мир экономики и управления. — 2026. — № 1.
5. Кузора С. С. Оценка эффективности деятельности организаций инновационной инфраструктуры Дальнего Востока России / С. С. Кузора // Развитие территорий. — 2026. — № 1. — С. 67–76.

1.5 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ГРАФОВ С ДИНАМИЧЕСКИМИ ФУНКЦИЯМИ СТОИМОСТИ

Кищенко Владислава Игоревна,

Студент магистратуры, Донецкий государственный университет, Донецк, Россия, i.maksimenko@donnu.ru

Научный руководитель:

Максименко Игорь Иванович,

Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры компьютерных технологий, Донецкий государственный университет, Донецк, Россия, i.maksimenko@donnu.ru

В статье рассматривается разработка системы имитационного моделирования предприятия, в которой производственные и логистические процессы представлены в виде ориентированного графа с динамическими весами рёбер. Предложена архитектура, объединяющая параметризованные функции стоимости (зависящие от номера шага и накопленного веса) и модуль визуального интерактивного управления. Система позволяет имитировать движение материальных потоков по графу, оперативно изменять параметры функционирования агентов (вершин) в соответствии с заданными правилами и настраивать веса рёбер через интерфейс. Разработана модульная архитектура, включающая визуализацию и интерактивное редактирование графов (Flask + vis.js), дискретно-событийное ядро (SimPy), а также подсистему библиотеки пользовательских функций с поддержкой произвольных формул. Платформа может быть использована для оптимизации логистических маршрутов, выявления «узких мест» и оценки эффективности управленческих решений.

Ключевые слова: имитационное моделирование, графы, параметризованные функции стоимости, управление производством, дискретно-событийное моделирование.

ВВЕДЕНИЕ

Современные производственные предприятия сталкиваются с необходимостью оперативного анализа и оптимизации технологических маршрутов, распределения ресурсов и управления потоками [1]. Традиционные статические модели не позволяют учитывать динамику производительности, износ оборудования или изменение приоритетов заказов [2].

Актуальной задачей является создание систем имитационного моделирования, способных адекватно отражать нестационарные характеристики производственных процессов. В данной сфере перспективным направлением является использование графовых моделей с динамически изменяемыми весами рёбер, что позволяет учитывать такие факторы, как износ оборудования, сменность работы, различные колебания.

Современные исследования в области управления сложными системами всё чаще обращаются к комбинированию имитационных и оптимизационных методов. В работе [3] предложен именно такой подход для определения критических комбинаций параметров компаний, позволяющих вывести организацию из потенциально неблагоприятного состояния (например, прогнозируемого отрицательного остатка денежных средств). Авторы решают задачу максимизации выгоды от изменений параметров за вычетом затрат на эти изменения. Этот подход демонстрирует эффективность применения математического программирования в связке с имитационным моделированием для поддержки антикризисных решений.

Также в работе [4] предложен подход к снижению вероятности аварий, вызванных сочетаниями относительно неопасных по отдельности событий различного происхождения, с использованием деревьев отказов и анализа минимальных сечений. Развивая эту идею применительно к производственным системам, в рассматриваемой работе в текущей статье строится ориентированный граф технологических маршрутов, где вершины соответствуют производственным агентам, а рёбра — потокам. Динамические функции стоимости позволяют имитировать накопление негативных эффектов, аналогично аварийным комбинациям событий.

Цель данной работы — разработка программной платформы, объединяющей интерактивное графовое представление предприятия с дискретно-событийным моделированием и возможностью задания динамических функций стоимости.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Производственная система представляется в виде ориентированного графа $G=(V, E)$, где вершины $v \in V$ соответствуют технологическим узлам (участкам, складам, станкам), а рёбра $e \in E$ — возможным перемещениям материальных или информационных потоков [5]. Каждому ребру приписывается базовый вес w (например, время обработки или стоимость) и, опционально, метка l (тип связи). Для имитации нестационарных процессов вес ребра может динамически изменяться в зависимости от номера шага или накопленного веса в соответствии с заданной функцией.

Ключевой особенностью является возможность задавать для каждого ребра (или для всех рёбер) функцию стоимости, зависящую от номера шага в пути. Например, линейный рост: $w + 0.5 * step$, квадратичный рост: $w + 0.1 * step^2$, экспоненциальное уменьшение: $w * 0.95^{step}$ и т.д. Пользователь может изменять коэффициенты этих функций через интерфейс и наблюдать влияние на итоговую стоимость пути.

Система построена на трёх основных компонентах: Веб-интерфейс (Flask + vis.js) — для интерактивного создания и редактирования графа, задания функций стоимости, визуализации имитации. Имитационное ядро на Python с использованием библиотеки SimPy — дискретно-событийное моделирование движения заказов, очередей, обработки на агентах. Модуль параметризованных функций — поддержка библиотечных и пользовательских формул с вычислением в реальном времени.

Аналогично подходу, изложенному в [4], в текущей модели производственная система рассматривается как объект, подверженный возникновению неблагоприятных комбинаций событий (например, одновременная перегрузка нескольких станков, сбой поставки и ошибка оператора). Для выявления таких комбинаций может быть использован аппарат минимальных сечений деревьев отказов, где корневыми событиями являются целевые показатели неэффективности (превышение времени выполнения заказа, простой оборудования), а листьями — эле-

ментарные события (отказы, задержки). Предотвращение хотя бы одного события из минимального сечения разрывает цепочку развития аварийной ситуации [4].

Математическая постановка задачи

Пусть функционирование производственной системы описывается ориентированным графом $G=(V, E)$, где V — множество вершин (производственные агенты: станки, склады, транспортные узлы), E — множество рёбер (логистические связи). Каждому ребру $e \in E$ приписана параметризованная функция стоимости $w_e(t, s, k)$, зависящая от времени t , состояния системы s и вектора управляющих параметров k (например, коэффициентов изменения весов).

Состояние системы в момент времени t описывается вектором

$$s(t) = (S_V(t), S_E(t), q(t)),$$

где $S_V(t)$ — состояния вершин (загрузка, исправность, длина очереди), $S_E(t)$ — текущие веса рёбер, $q(t)$ — параметры внешней среды (спрос, сезонность).

Пусть S_0 — множество нежелательных состояний системы, для которых прогнозируемый показатель эффективности (например, остаток денежных средств или среднее время выполнения заказа) не удовлетворяет заданным ограничениям. В частности, это могут быть состояния, в которых вероятность возникновения аварийных комбинаций событий (перегрузка, сбой, простой) превышает допустимый уровень ε .

S_1 — множество безопасных (целевых) состояний, удовлетворяющих требованиям эффективности.

В процессе имитационного моделирования на временном интервале $[t_n, t_k]$ доступны управляющие воздействия $u(t)$, которые могут изменять:

- параметры функций стоимости (коэффициенты k);
- структуру графа (изменение маршрутов);
- режимы работы вершин (приоритеты).

Каждое управляющее воздействие $u(t)$ требует затрат ресурса (времени, финансов), оцениваемых функционалом.

Требуется определить последовательность управляющих воздействий $u_1, u_2, \dots, u_N$, на интервале $[t_n, t_k]$ такую, что:

Система переходит из начального состояния $s(t_n) \in S_0$ в конечное состояние $s(t_k) \in S_1$.

Суммарные затраты на реализацию управляющих воздействий минимальны:

$$\sum_{i=1}^N C(s(t_i), u_i, t_i) N_i \rightarrow \min.$$

На всём интервале $[t_n, t_k]$ учитываются ресурсные и технологические ограничения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана программная платформа для имитационного моделирования предприятия, сочетающая интерактивный графовый редактор, параметризованные функции стоимости и дискретно-событийное ядро. Система позволяет проводить многовариантные эксперименты, анализировать влияние динамических весов на эффективность производственных процессов и служить основой для создания цифровых двойников. Проведённый сравнительный анализ алгоритмов поиска пути даёт пользователю возможность выбирать оптимальный метод в зависимости от структуры графа и наличия отрицательных весов. В дальнейшем планируется расширение функционала за счёт интеграции с реальными производственными данными и поддержки распределённых вычислений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Акопов А. С. Имитационное моделирование: учебник и практикум для академического бакалавриата. — М.: Юрайт, 2017. — 389 с.
2. Боев В. Д. Имитационное моделирование систем: учебное пособие для вузов. — М.: Юрайт, 2024. — 253 с.
3. Цвиркун А. Д., Резчиков А. Ф., Дранко И. О., Кушников В. А., Богомоллов А. С. Оптимизационно-имитационный подход к определению критических комбинаций параметров ком-

паний / Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Саратовский научный центр РАН. — Москва, 2024. — 12 с.

4. Косицын А.А., Богомолов А.С., Кушников В.А., Иващенко В.А. Математическое моделирование развития и предотвращения аварийных комбинаций событий в беспилотных авиационных системах Саратовский научный центр РАН. — Саратов, 2024. — 27 с.
5. Садовникова Н. П., Парыгин Д. С., Ерещенко Т. В., Рашевский Н. М. Имитационное моделирование: учеб. пособие. — Волгоград: ВолгГТУ, 2022. — 128 с.

1.6 ПРОГРАММНО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СПРОСА В СИСТЕМЕ ПЛАТНОГО ГОРОДСКОГО ПАРКОВОЧНОГО ПРОСТРАНСТВА

Ерёмин Иван Романович,

Аспирант, Кафедра искусственного интеллекта, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 232115@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Никитин Петр Владимирович,

Кандидат педагогических наук, доцент Кафедры искусственного интеллекта, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, pvnikitin@fa.ru

A software and mathematical complex for modeling and forecasting demand in paid urban parking systems

The development of paid urban parking requires analyzing and forecasting demand for parking spaces. A key feature of such systems is the presence of territorial factors that influence the behavior of parking service users, while direct analytical relationships between urban environmental parameters and demand levels are often absent or insufficiently studied. Therefore, the development of modeling

methods to assess the impact of parking zone characteristics on occupancy and the economic performance of the service is essential. This paper proposes an approach that includes three interrelated components: creating a parking session database, developing a mathematical model for demand forecasting, and applying numerical methods for estimating the model parameters based on statistical data. As a result, a software package has been developed that processes parking session data, builds models, and conducts scenario analysis of parking zone parameters. This tool combines the architecture for storing and processing parking session data with an interpretable mathematical forecasting model and can be used to support decision-making in planning the development of urban parking infrastructure.

Keywords: parking space, mathematical modeling, demand forecasting, numerical methods, urban infrastructure, scenario analysis, software package

INTRODUCTION

Modern cities face the challenge of managing parking space under conditions of increasing motorization and limited urban territory. Paid parking systems are used to regulate transport demand and improve the efficiency of urban infrastructure while generating additional municipal revenue.

Forecasting demand for parking spaces is necessary when developing pricing policies and planning the expansion of parking zones. These tasks are complicated by the influence of spatial characteristics of the urban environment, while direct analytical relationships between infrastructure parameters and parking demand are often absent.

The aim of this work is to develop a software and mathematical complex for forecasting demand and revenue in a paid urban parking system. The proposed approach combines a mathematical forecasting model, numerical estimation of its parameters based on parking session data, and software architecture for data processing and scenario analysis.

SOFTWARE AND MATHEMATICAL SYSTEM ARCHITECTURE

The software tool being developed is designed to analyze parking session data and predict parking space performance.

The overall logic of the system is presented as a sequence of data processing steps. Initially, parking session data is entered into a database. Next, the data undergoes preprocessing and cleaning, after which a feature dataset used for regression modeling is generated. The system architecture includes four main components:

1. Data warehouse (parkings — raw data (received from the user application), parking_sessions_clean — cleaned/normalized data, zone_time_features — feature dataset for regression modeling)
2. Mathematical modeling module
3. Scenario analysis module
4. Interface.

The data warehouse is implemented using the PostgreSQL database management system. The analytical module implemented in Python interacts with the database to process parking session data and build forecasting models. The database stores information about parking sessions, service users, parking zone parameters, and pricing policy.

Table 1. Components of the software and mathematical complex

Component	Purpose
Data warehouse	Storage of parking sessions
Data Processing Module	Cleaning and preparing parking session data
Modeling Module	Building regression forecasting models
Scenario Analysis Module	Modeling changes in rates and parameters
User Interface	Visualization

The main data fields are parking session including session time, parking zone identifier, tariff, and zone parameters.

The proposed architecture (see Table 1) ensures the separation of data storage, analytical processing, and user interaction tasks. This approach is consistent with modern principles of building analytical information systems [1–2].

Using a relational DBMS ensures reliable storage of historical parking session data and efficient execution of analytical queries. Indexes based on temporal and spatial parameters of parking zones are used to speed up data processing.

The mathematical modeling module is implemented in Python and enables data processing, model building, and the generation of forecast estimates.

A MATHEMATICAL MODEL FOR DEMAND FORECASTING

The developed software tool is based on a mathematical model for forecasting demand for paid parking spaces. A detailed description of the model is presented in the author's paper [3].

The model is designed to forecast an active customer base and distribute demand across parking zones, considering their characteristics. Zone parameters, including tariff, parking space capacity, and location attractiveness indicators, are used as factors. Using statistical data from parking sessions, the dependence of parking zone occupancy on these factors is assessed.

Similar approaches are used in studies of transport demand and urban infrastructure management, where the analysis of large data sets allows for the identification of patterns in the use of urban services [4–5].

The first stage involves determining a forecast of the active customer base:

$$AKB(t)$$

where $AKB(t)$ is the number of active service users at time t .

The number of parking sessions is determined as a function of the active customer base:

$$S(t) = b_0 \cdot AKB^{b_1}(t)$$

where: $S(t)$ is the number of parking sessions in month t ; b_0 and b_1 are the parameters of the regression equation.

Monthly revenue is determined by the function:

$$TR(t) = b_0 + b_1 \cdot S(t)$$

where:

$TR(t)$ is the monthly revenue in month t , b_0 and b_1 are the parameters of the regression equation.

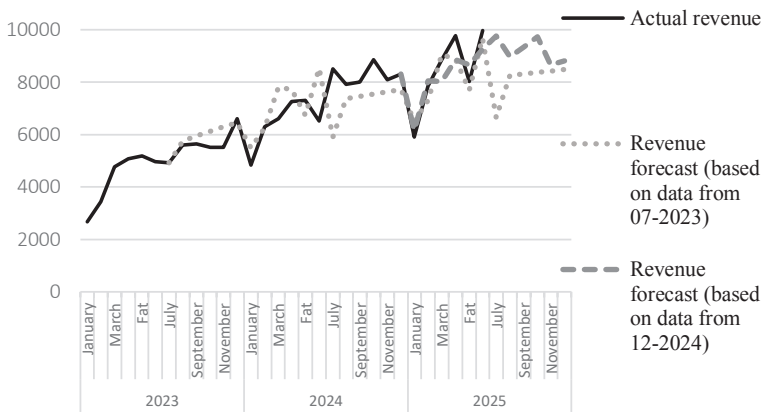


Fig. 1. Revenue forecast for paid parking services, thousands of rubles/month

The second stage models the distribution of demand between parking zones. A regression model is used, considering the following zone characteristics: parking rate; number of parking spaces; zone location; area attractiveness indicators.

Parking zone occupancy is determined by the expression [6]:

$$Y_i = f(T_i, C_i, L_i)$$

where: Y_i is the zone occupancy rate, T_i is the parking rate, C_i is the zone capacity, L_i are the zone location characteristics.

Regression parameters are estimated based on statistical data from parking sessions using the least-squares method. The use of interpretable regression models allows for the analysis of the impact of individual factors on demand and the application of the model in decision support tasks.

The model allows forecasting changes in demand and revenue when changing rates and zone parameters, as well as estimating expected occupancy and revenue for new parking zones during their planning.

This work involved developing a software tool that loads and stores parking session data, calculates model parameters, and generates occupancy and revenue forecasts for existing and planned parking zones.

SCENARIO MODELING

The developed system enables scenario analysis of parking infrastructure parameters. Users can modify parking rates, change the number of parking spaces, or introduce new parking zones. For each scenario, the system estimates expected occupancy levels, the number of parking sessions, and projected revenue. This functionality allows the tool to be used as a decision-support instrument for planning urban parking infrastructure development.

CONCLUSION

This paper presents a software and mathematical complex for forecasting demand in paid urban parking systems. The proposed approach combines a parking session data warehouse, an interpretable mathematical model, and a scenario analysis module. The developed tool enables forecasting occupancy levels and estimating expected revenue for both existing and planned parking zones, supporting decision-making in urban parking infrastructure planning.

REFERENCES

1. Sommerville I. Software Engineering / translated from English. — 6th ed. — Moscow: Williams Publishing House, 2002. — 624 p. — ISBN 5-8459-0330-0.
2. Silberschatz A., Korth H., Sudarshan S. Database System Concepts. — New York: McGraw-Hill, 2019. — URL: <https://lib.hpu.edu.vn/handle/123456789/29596> (date of access: 04/15/2026)
3. Eremin I. R. A universal model for forecasting customer service

- revenue: a paid parking service example // International Journal of Open Information Technologies. — 2026. — Vol. 14, No. 2.
4. Shoup D. The High Cost of Free Parking. — Chicago: Planners Press, 2018.
 5. Arnott R., Inci E. An integrated model of downtown parking and traffic congestion // Journal of Urban Economics. — 2016.
 6. Eremin I. R. An algorithm for spatial aggregation of urban objects and attraction indicators for modeling demand for street parking // Engineering Bulletin of the Don. — 2026. — No. 2. — URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2026/10780> (date of access: 04/15/2026)
 7. Power D. Decision Support Systems: Concepts and Resources for Managers. — Westport: Greenwood Publishing, 2017.

1.7 ПРИМЕНИМОСТЬ КВАНТОВЫХ АЛГОРИТМОВ ОЦЕНКИ АМПЛИТУДЫ ДЛЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫМИ РИСКАМИ В ГОСУДАРСТВЕННОМ СЕКТОРЕ

Хутиев Рустэм Русланович,
Аспирант, Кафедра информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 259104@edu.fa.ru

Научный руководитель:
Судаков Владимир Анатольевич,
Доктор технических наук, профессор Кафедры информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, vasudakov@fa.ru

В условиях высокой волатильности процентных ставок и беспрецедентного роста портфелей государственных долговых обязательств классические методы количественной оценки финансовых рисков сталкиваются с фундаментальными вычислительными ограничениями. Целью данного исследования является оценка применимости алгоритмов квантовой оценки амплитуды (Quantum Amplitude Estimation, QAE) для

вычисления мер риска (Value-at-Risk) на рынке облигаций федерального займа (ОФЗ). В работе проведен анализ ограниченный традиционным методом Монте-Карло и формализовано квадратичное ускорение, достигаемое при переходе к квантовым вычислениям. На базе квантового фреймворка IBM Qiskit выполнена верификация вентили генерации сценариев для дискретизированной стохастической модели Васичека. Систематизированы ресурсные требования и актуальные аппаратные дорожные карты, определяющие горизонт практического внедрения отказоустойчивых квантовых вычислений в финансовый риск-менеджмент.

Ключевые слова: квантовые вычисления, управление финансовыми рисками, Value-at-Risk, квантовая оценка амплитуды, облигации федерального займа, метод Монте-Карло, модель Васичека.

ВВЕДЕНИЕ

На фоне макроэкономических трансформаций конца 2024 — начала 2025 годов российский долговой рынок столкнулся с периодом устойчиво высоких процентных ставок (на уровне 14–15% годовых). По итогам 2025 года объем рынка облигаций федерального займа (ОФЗ) достиг 30 трлн рублей, а общий объем непогашенных государственных долговых обязательств превысил 59,9 трлн рублей. Управление портфелями такого масштаба со стороны государственных финансовых институтов требует непрерывного и высокоточного мониторинга метрик риска.

Исторически золотым стандартом для оценки риска сложных портфелей является метод симуляций Монте-Карло. Однако при масштабировании задач этот метод упирается в фундаментальное алгоритмическое ограничение: скорость сходимости оценки убывает слишком медленно, что требует экспоненциального роста вычислительных мощностей. Квантовые вычисления предлагают теоретически доказанное квадратичное ускорение, что делает исследование их применимости в финансовой инженерии критически актуальной задачей.

ИССЛЕДОВАНИЕ

1. Фундаментальные вычислительные ограничения метода Монте-Карло

В практике риск-менеджмента ключевой метрикой является Value-at-Risk (VaR) — максимальный ожидаемый убыток портфеля на заданном горизонте времени с заданным доверительным уровнем α . Математически VaR определяется как квантиль распределения потерь L :

$$P(L \leq \text{VaR}_\alpha) = \alpha$$

Для вычисления этого интеграла вероятностей классические системы используют генерацию N независимых случайных сценариев рыночных факторов. Согласно центральной предельной теореме, стандартная ошибка ϵ оценки методом Монте-Карло масштабируется как:

$$\epsilon = O\left(\frac{1}{\sqrt{N}}\right)$$

Это означает, что для повышения точности расчетов на один десятичный порядок (уменьшения ошибки в 10 раз) требуется стократное (10^2) увеличение количества симуляций. В условиях, когда симуляция каждого сценария включает переоценку тысяч инструментов государственного долга, вычислительные затраты становятся критическим узким горлышком.

2. Квантовая оценка амплитуды и ускорение вычислений

Для решения проблемы вычислительной сложности применяются алгоритмы квантовой оценки амплитуды (QAE). Базовый алгоритм QAE, опирающийся на квантовое преобразование Фурье (QPE), позволяет оценивать вероятность (и, следовательно, математическое ожидание потерь) с асимптотической сложностью:

$$\epsilon = O\left(\frac{1}{M}\right)$$

где M — количество применений квантового оператора Гровера. Переход от $1/\sqrt{N}$ к $1/M$ обеспечивает квадратичное ускорение.

Однако стандартный QAE требует создания глубоких кван-

товых цепей, недоступных для современного оборудования. В связи с этим в данном исследовании рассматривается применимость эвристических подходов, в частности Итеративной оценки амплитуды (Iterative QAE, IQAE) и оценки на основе максимального правдоподобия (Maximum Likelihood QAE). Эти вариации устраняют необходимость в сложной квантовой оценке фазы, существенно снижая требования к глубине схемы при сохранении почти квадратичного ускорения.

3. Интеграция модели Васичека и верификация генерации сценариев

Особое внимание в работе уделено моделированию динамики процентных ставок для оценки портфелей ОФЗ. В качестве базовой рассмотрена стохастическая модель Васичека, описывающая процесс возврата к среднему:

$$dr_t = a(b - r_t) dt + \sigma dW_t$$

где r_t — краткосрочная ставка, a — скорость возврата к среднему уровню b , σ — волатильность, dW_t — стандартный винеровский процесс.

Для реализации на квантовом компьютере непрерывная модель была подвергнута триномиальной дискретизации. В рамках практической части исследования на квантовом симуляторе IBM Qiskit был разработан и протестирован оператор загрузки распределений (State Preparation). Путем сопоставления измеренных частот исходов (вероятностей амплитуд кубитов) с теоретическими вероятностями переходов марковской цепи Васичека была подтверждена алгоритмическая корректность реализованной квантовой схемы.

4. Ресурсные требования и горизонт внедрения

Ключевым препятствием для немедленного внедрения квантовых расчетов VaR является аппаратное ограничение. Согласно расчетам (Чуваков, Боряев, 2025), для достижения индустриально приемлемой точности в задачах финансового риск-менеджмента требуется схема шириной порядка 10^3 алгоритмических (логических) кубитов и глубиной 10^8 квантовых вентиляей.

Важно различать физические и логические кубиты. Для создания одного отказоустойчивого логического кубита требуется от нескольких сотен до тысяч физических кубитов, объединенных кодами поверхностной коррекции ошибок (Surface Codes).

Согласно обновленной дорожной карте IBM (ноябрь 2025), первая отказоустойчивая квантовая система *Quantum Starling* с 200 логическими кубитами планируется к вводу в эксплуатацию в 2029 году. Учитывая тренд на миниатюризацию схем и внедрение алгоритмов IQAE, горизонт практической применимости квантовых методов для расчетов рисков государственных портфелей оценивается в 5–7 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Квантовая оценка амплитуды представляет собой математически обоснованный инструмент, способный кардинально ускорить расчеты мер финансового риска. Верификация квантового вентиля генерации сценариев для дискретизированной модели Васичека доказывает принципиальную реализуемость трансляции классических стохастических финансовых моделей в квантовые регистры. Использование модификаций алгоритма (IQAE) позволяет адаптировать задачи под ограничения ближайших поколений оборудования. Для государственных финансовых институтов, управляющих портфелями в десятки триллионов рублей, формирование компетенций в области квантовых вычислений становится критически важным элементом стратегического планирования технологического суверенитета уже в настоящее время.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Woerner S., Egger D. J. Quantum risk analysis // npj Quantum Information. — 2019. — Т. 5. — № 1. — С. 15.
2. Egger D. J. et al. Credit risk analysis using quantum computers // IEEE Transactions on Computers. — 2020. — Т. 70. — № 12. — С. 2136–2145.

3. Grinko A. et al. Iterative quantum amplitude estimation // npj Quantum Information. — 2021. — Т. 7. — № 1. — С. 52.
4. Чуваков А. В., Боряев Р. О. Система поддержки принятия факторинговых решений на основе оптимизированных квантовых алгоритмов QMC // Информатика и автоматизация. — 2025. — Т. 24. — № 2. — С. 657–683.
5. IBM Quantum Roadmap to Fault-Tolerant Quantum Computing [Электронный ресурс] // IBM Official Documentation. — URL: <https://www.ibm.com/quantum/roadmap> (дата обращения: 15.04.2026).
6. Глассерман П. Методы Монте-Карло в финансовой инженерии. — М.: ДМК Пресс, 2023. — 576 с.

1.8 МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНКУРЕНТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КИТАЙСКИХ АВТОМОБИЛЬНЫХ БРЕНДОВ GEELY И CHANGAN НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ

Васильева Жанна Дмитриевна,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 250863@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Олехова Елена Федоровна,
Кандидат технических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, efolehova@fa.ru

В статье рассматривается применение динамических моделей диффузии инноваций для анализа конкуренции двух крупнейших китайских автомобильных брендов на российском рынке — Geely и Changan. На основе ежемесячных данных о продажах за период 2022–2025 гг. построены модели Басса, определены параметры внешнего и внутреннего влияния. Разработана численная модель конкуренции типа Лотки-Вольтерры с перекрестными коэффициентами, учитывающими взаимное влияние брендов. Проведен анализ пяти сценариев конкурент-

ного взаимодействия, получены прогнозы динамики рыночных долей на 24 месяца. Показано, что при слабом перекрестном влиянии лидерство сохраняет Geely, при умеренном — возможно равновесие, при сильном — возникают осцилляции. Результаты могут быть использованы для обоснования маркетинговых решений и стратегического планирования.

Ключевые слова: модель Басса, диффузия инноваций, модель Лотки-Вольтерры, численное решение дифференциальных уравнений, конкуренция, автомобильный рынок, Geely, Changan.

ВВЕДЕНИЕ

Российский авторынок в 2022–2025 гг. кардинально изменился: уход западных брендов открыл путь китайским производителям. По данным аналитики, доля китайских авто в РФ по итогам 2024 года превысила 50%. Лидеры — Geely (~12% рынка) и Changan (~8%).

В этих условиях актуально математическое моделирование конкурентной динамики для прогнозирования и управленческих решений. Модель Басса и её обобщения описывают распространение новых товаров, но для анализа нескольких игроков нужны модификации с учётом перекрёстного влияния.

Цель — построить и численно проанализировать динамические модели конкуренции Geely и Changan на реальных данных о продажах. Задачи: сбор и обработка данных, оценка параметров модели Басса для каждого бренда, построение модели Лотки–Вольтерры, анализ сценариев конкуренции.

ИССЛЕДОВАНИЕ

1. Исходные данные и их обработка

Для анализа использованы ежемесячные данные о продажах автомобилей Geely и Changan на российском рынке за период январь 2022 г. — декабрь 2025 г. Всего 47 наблюдений для каждого бренда. Первичные данные представляют собой ежемесячные объёмы продаж в штуках. Для построения моделей

диффузии инноваций были рассчитаны кумулятивные (накопленные) продажи.

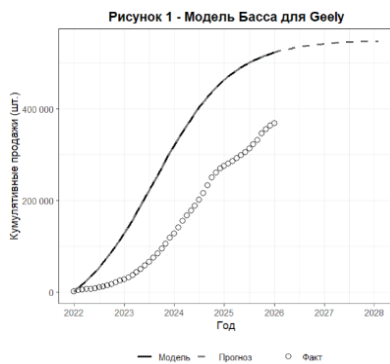


Рис. 1. Модель Басса для Geely: фактические кумулятивные продажи и прогноз

На рисунке 1 представлены кумулятивные продажи Geely с наложенной моделью Басса, на рисунке 2 — аналогичные данные для Changan.

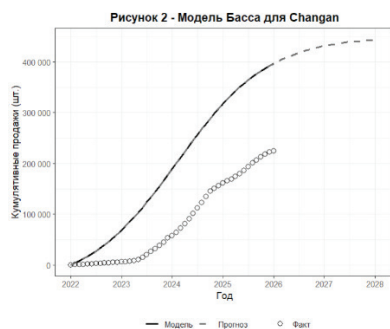


Рис. 2. Модель Басса для Changan: фактические кумулятивные продажи и прогноз

2. Математические модели

2.1. Модель диффузии инноваций Басса

Для описания распространения каждого бренда в отдельно-

сти используется обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка — модель Басса:

$$\frac{dN}{dt} = \left(p + \frac{q}{m} N(t) \right) (m - N(t))$$

где:

$N(t)$ — кумулятивное число продаж к моменту времени t ;

m — потенциальная ёмкость рынка (максимально возможное число продаж);

p — коэффициент инновации, характеризующий внешнее влияние (реклама, СМИ);

q — коэффициент имитации, характеризующий внутреннее влияние («сарафанное радио»).

2.2. Модель конкуренции Лотки-Вольтерры

Для двух конкурирующих брендов система дифференциальных уравнений Лотки-Вольтерры имеет вид:

$$\begin{cases} dN_1/dt = \left(p_1 + \frac{q_1}{m_1} N_1 \right) (m_1 - N_1) + \frac{q_{12}}{m_1} N_1 (m_2 - N_2) \\ dN_2/dt = \left(p_2 + \frac{q_2}{m_2} N_2 \right) (m_2 - N_2) + \frac{q_{21}}{m_2} N_2 (m_1 - N_1) \end{cases}$$

где:

N_1 — кумулятивные продажи Geely;

N_2 — кумулятивные продажи Changan;

q_{12} — коэффициент влияния продаж Changan на рост Geely;

q_{21} — коэффициент влияния продаж Geely на рост Changan.

3. Результаты моделирования

3.1. Параметры модели Басса

Параметры модели Басса, полученные на основе реальных данных, представлены в таблице 1.

Анализ полученных значений показывает, что Geely обладает более высоким коэффициентом инновации, что свидетельствует о более сильной маркетинговой активности и узнаваемости бренда. Changan имеет более низкий коэффициент инновации, но коэффициент имитации сопоставим

**Таблица 1. Параметры модели Басса
для Geely и Changan**

Бренд	p (инновация)	q (имитация)	m (ёмкость рынка), шт.
Geely	0,012	0,095	550 000
Changan	0,008	0,085	450 000

с Geely, что указывает на рост за счёт «сарафанного радио» и рекомендаций.

3.2. Анализ конкурентного взаимодействия

Для анализа конкуренции рассмотрены пять сценариев при различных значениях коэффициентов перекрестного влияния q_{12} и q_{21} . На рисунке 3 представлены прогнозы для всех пяти сценариев.

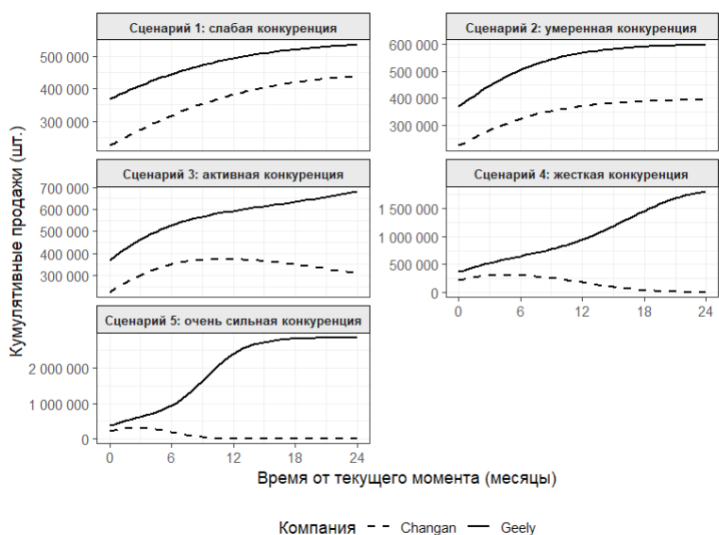


Рис. 3. Прогноз конкурентной динамики при различных сценариях

Результаты прогнозирования через 24 месяца:

Сценарий 1 (слабая конкуренция): Geely сохраняет лидерство, разрыв в продажах увеличивается;

Сценарий 2 (умеренная конкуренция): наступает равновесие, продажи брендов выравниваются;

Сценарий 3 (активная конкуренция): Changan выходит в лидеры, обгоняя Geely через 18 месяцев;

Сценарий 4 (жесткая конкуренция): наблюдаются слабые осцилляции, бренды поочерёдно выходят в лидеры;

Сценарий 5 (очень сильная конкуренция): в системе возникают незатухающие осцилляции (эффект «качелей»).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе построены и численно проанализированы динамические модели распространения и конкурентного взаимодействия автомобильных брендов Geely и Changan на российском рынке. Основные выводы:

1. Geely обладает более высоким коэффициентом инновации, что требует поддержания маркетинговой активности для сохранения лидерства. Рекомендуется увеличить рекламный бюджет и усилить присутствие в медиа.
2. Changan имеет более низкий коэффициент инновации, но хороший коэффициент имитации. Стратегия бренда должна быть направлена на увеличение узнаваемости через программы лояльности и рекомендации существующих клиентов.
3. При активной конкуренции через 24 месяца Changan может обогнать Geely по объёму кумулятивных продаж. Это важный сигнал для менеджмента Geely о необходимости усиления конкурентных мер.
4. При высоких значениях коэффициентов перекрестного влияния в системе возникают незатухающие осцилляции, что свидетельствует о нестабильности рынка и требует дополнительного анализа.
5. Результаты моделирования могут быть использованы для обоснования рекламных бюджетов, прогнозирования рыночных долей и разработки долгосрочных стратегий развития.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Bass F.M. A new product growth model for consumer durables // Management Science. — 1969. — Vol. 15, № 5. — P. 215–227.
2. Борисова Л.Р., Олехова Е. Ф. Моделирование динамики развития рынка мобильной связи // Самоуправление. — 2020. — № 4(121). — С. 187–191.
3. Угрюмов М. К. Построение динамических моделей движения электромобилей на автомобильном рынке // Современная математика и концепции инновационного математического образования. — 2024. — Т. 11, № 1. — С. 303–310.
4. Чирвоная А. Н. Построение моделей диффузии инноваций на примере ЗАО «Атлант» // Современная математика и концепции инновационного математического образования. — 2020. — Т. 7, № 1. — С. 592–597.
5. Власова Е.Д., Орлова Д. П. Модели внедрения инновационных технологий ОК «РУСАЛ» // Современная математика и концепции инновационного математического образования. — 2021. — Т. 8, № 1. — С. 400–407.

1.9 ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ЦЕЛЕВОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Правоторова Анастасия Юрьевна,
Студент бакалавриата, Академия управления при Президенте Республики Беларусь, Минск, Республика Беларусь, novysh_bv@ras.by

Научный руководитель:
Новыш Борис Владимирович,
Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры управления информационными ресурсами, Академия управления при Президенте Республики Беларусь, Минск, Республика Беларусь, novysh_bv@ras.by

Актуальность исследования обусловлена необходимостью обеспечения объективной оценки процессов принятия кадровых решений в условиях цифровой трансформации. Традиционные методы оценки персонала, основанные на усреднении субъективных экспертных мнений, не учитывают неопределенность экспертной деятельности и не позволяют решать задачи стратегического подбора команд [1, с.66]. Цель работы — разработка универсального программного комплекса для многокритериального принятия решений в условиях риска, реализующего методы вероятностного моделирования и целевого программирования. Разработана математическая модель, преобразующая интервальные экспертные оценки в вероятностные распределения компетенций методом Монте-Карло. Создан программный комплекс на Python с модульной архитектурой, включающий подсистемы ввода данных, статистической обработки, трехмерной визуализации и хранения информации.

Ключевые слова: целевое программирование, многокритериальное принятие решений, оценка компетенций, метод Монте-Карло, трехмерная визуализация, программный комплекс

ВВЕДЕНИЕ

В условиях цифровой трансформации качество человеческого капитала становится определяющим фактором конкурентоспособности. Особую актуальность эта проблема приобретает при реализации стратегических задач, требующих формирования проектных команд с заданным профилем компетенций. Традиционные системы оценки персонала, основанные на усреднении точечных экспертных оценок, не способны учесть неопределенность экспертной деятельности, что приводит к субъективным данным и снижает качество кадровых решений. Настоящая работа посвящена разработке универсального программного комплекса для решения многокритериальных задач принятия решений в условиях риска, реализующего методы целевого программирования и вероятностного моделирования.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Задача оценки кадрового потенциала относится к классу многокритериального принятия решений, где каждый сотрудник характеризуется вектором показателей по группам компетенций. Сложность решения усугубляется неопределенностью субъективных экспертных оценок. Теория принятия решений предлагает использовать вероятностные методы, позволяющие перейти к распределениям вероятностей, и методы целевого программирования, ориентированные на поиск решений, минимально отклоняющихся от заданных эталонов. Целевое программирование в контексте оценки персонала означает поиск сотрудников, наиболее близких к идеальному профилю компетенций, с учетом различной значимости отдельных компетенций через систему весовых коэффициентов.

Модель базируется на синтезе вероятностного подхода и целевого программирования. На вход поступают интервальные экспертные оценки, где каждый эксперт указывает минимальное и максимальное значение уровня компетенции. Для каждого сотрудника и критерия вычисляются средние минимальные и максимальные значения. Методом Монте-Карло генерируется 1000 оценок с использованием бета-распределения (3,3), обеспечивающего унимодальность и симметричность. На основе выборки строится эмпирическая функция распределения и вычисляется уровень компетентности (CL) как 95-й процентиль [2, с.54].

Для целевого подбора пространство компетенций ограничивается тремя группами. Для каждой роли задается целевой вектор $T = (X_{\text{цель}}, Y_{\text{цель}}, Z_{\text{цель}})$ и вектор весов $A = (\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z)$, где сумма весов равна единице. Мера близости сотрудника с профилем $S_i = (x_i, y_i, z_i)$ к цели вычисляется как взвешенное евклидово расстояние:

$$Di = \sqrt{\alpha_x * (x_i - x_{\text{цель}})^2 + \alpha_y * (y - y_{\text{цель}})^2 + \alpha_z * (z_i - z_{\text{цель}})^2} \quad (1)$$

Веса трансформируют пространство компетенций: откло-

нения по важным осям дают больший вклад, обеспечивая приоритетный поиск кандидатов под ключевые требования.

Комплекс реализован на Python с библиотеками NumPy, SciPy для вычислений, PyQt5 для интерфейса и SQLite для хранения данных. Модульная архитектура включает: модуль ввода интервальных экспертных оценок; модуль вероятностного моделирования с генерацией выборок методом Монте-Карло; модуль целевого программирования для вычисления расстояний и ранжирования [3]; модуль визуализации с трехмерными интерактивными сценами; модуль базы данных для транзакционного хранения.

Пользовательский интерфейс реализует пошаговый сценарий: ввод весов групп компетенций, ввод весов критериев, интервальная оценка сотрудников, просмотр результатов. В режиме целевого подбора пользователь выбирает три группы компетенций, задает целевую точку и веса, после чего система отображает ранжированный список сотрудников и интерактивный 3D-график (рис. 1).

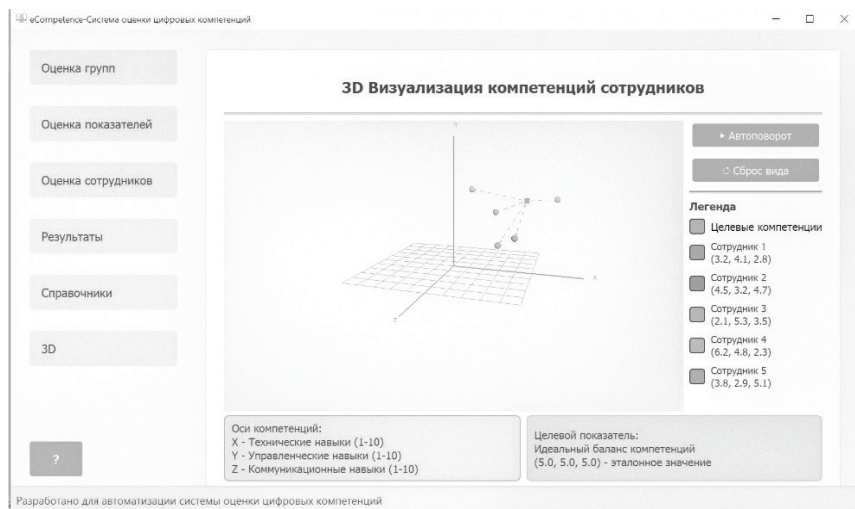


Рис. 1. Окно для просмотра 3D визуализации компетенций

Система извлекает из базы значения компетентности сотрудников и вычисляет расстояния до каждой цели. Результаты представляются в виде трехмерного графика, позволяющего в зависимости от выбранного набора компетенций, отобрать кандидата с минимальным отклонением. Трехмерный график визуализирует положение всех сотрудников относительно целей, давая наглядное представление о структуре кадрового резерва.

Комплекс универсален и применим для широкого круга задач. В госуправлении — для аттестации руководителей сравнением с эталонными профилями. В образовании — для оценки соответствия выпускников профессиональным требованиям. В коммерческом секторе — для подбора персонала под проекты, планирования карьерных траекторий и формирования резерва.

Преимущества комплекса: получение объективной оценки формализованными алгоритмами; учет неопределенности через вероятностное моделирование; задание весов под стратегические приоритеты; наглядная 3D-визуализация; модульная архитектура; автономность благодаря встроенной БД.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создан универсальный программный комплекс для многокритериального принятия решений в условиях риска, реализующий синтез вероятностного моделирования и целевого программирования. Модель позволяет перейти от субъективных интервальных оценок к объективному показателю близости к эталону с учетом неопределенности и значимости критериев. Интерактивная 3D-визуализация обеспечивает наглядность для лиц, принимающих решения. Универсальность подхода открывает перспективы применения в различных сферах, требующих объективной многокритериальной оценки в условиях неопределенности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Махмудова, И. Н. Оценка персонала: учебное пособие / И. Н. Махмудова. — Самара: Издательство Самарского университета, 2024—80 с.

2. Новыш, Б. В. Анализ уровня цифровых компетенций с использованием технологий моделирования / Б. В. Новыш, Н. И. Белодед. // Проблемы управления. — Минск. — 2021. — Вып. — 1(79). — С. 53–60.
3. Целевое программирование. (Лекция 5) — online presentation [Электронный ресурс], URL: <https://en.ppt-online.org/32060> (дата обращения: 24.03.2026).

1.10 РАСКРЫВАЯ БИОФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ РИТМЫ: МЕТОДЫ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ НА СТЫКЕ СПУТНИКОВЫХ ИНДЕКСОВ И КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ERA-5

Лосев Ярослав Андреевич,

Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 230579@edu.fa.ru

Гавриленко Никита Сергеевич,

Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 233376@edu.fa.ru

Чуев Михаил Дмитриевич,

Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 253352@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Чернышенко Всеволод Сергеевич,

Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, VSChernyshenko@fa.ru

Определение точных границ вегетационного периода является ключевой задачей в сельском хозяйстве и экологии, критически влияющей на урожайность и планирование агротехнических мероприятий. Традиционные методы, основанные на ручном анализе пороговых значений вегетационных индексов, обладают низкой адаптивностью, высокой степенью субъективности и не учитывают комплексного влияния погодных факторов. В данном исследовании предложен автоматизиро-

ванный подход на основе машинного обучения, объединяющий мультиспектральные спутниковые снимки Sentinel-2 и реанализ климатических данных ERA5-Land. Выявлено, что построение единой модели для всего цикла малоэффективно, поэтому разработана архитектура из двух независимых ансамблевых моделей (начало и конец вегетации), использующих принцип «мягкого голосования» (XGBoost, Random Forest, MLP). Выделены новые оптимальные наборы спектрально-климатических признаков. Итоговые модели достигли показателя F1-меры выше 0.96, сократив погрешность прогнозирования до 10–12 дней, что открывает широкие перспективы для цифровизации агросектора.

Ключевые слова: вегетационный период, машинное обучение, дистанционное зондирование, мультиспектральные индексы, Sentinel, ERA5.

ВВЕДЕНИЕ

Точное установление начала и окончания вегетации позволяет оптимизировать агротехнические мероприятия (посев, орошение, уборку урожая), прогнозировать урожайность, а также оценивать влияние климатических изменений на экосистемы. Традиционные методы мониторинга, такие как анализ пороговых значений индекса NDVI, базируются на ручном выделении признаков. Однако данные подходы имеют ряд существенных ограничений. Во-первых, они обладают низкой адаптивностью и не учитывают нелинейные взаимосвязи между множеством природных факторов (отклонения могут достигать 15–20%). Во-вторых, ручной анализ подвержен субъективным ошибкам дешифрирования (6.5–8% ошибок против 2–3% у автоматизированных систем). В-третьих, игнорирование комплексного влияния климатических изменений и многоканальных индексов снижает достоверность прогнозов.

Неточное определение границ вегетации (ошибки в 15–20 дней) приводит к значительным экономическим потерям

в сельском хозяйстве. Смещение сроков посева и уборки вызывает перерасход удобрений и воды, увеличивает себестоимость продукции, а снижение урожайности достигает 5–10%. Прямые убытки крупных агрохолдингов могут составлять от 2 до 5 млн рублей на гектар площади за сезон.

Целью данной работы является разработка высокоточной системы на базе алгоритмов машинного для автоматического определения границ вегетационного периода на основе комплексного анализа мультиспектральных индексов и погодных данных.

ИССЛЕДОВАНИЕ

В качестве полигона для исследования был выбран Хасанский район Приморского края. Собраны данные по 73 координатам, максимально описывающим разнообразие растительности региона за период с 2017 по 2024 год. База данных сформирована из двух ключевых источников. Первый — мультиспектральные снимки Sentinel-2 (разрешение 10 метров), выгруженные через платформу Google Earth Engine. Для исключения влияния облачности применялся алгоритм маскирования s2cloudless со сплайн-интерполяцией пропусков. Второй источник — метеорологические данные ERA5-Land (температура, осадки, солнечная радиация), синхронизированные со спутниковыми координатами.

Первоначально на основе полученных временных рядов было сгенерировано более 2000 признаков (12 спектральных каналов, 83 индекса, 13 погодных параметров, а также их статистические агрегации во временных окнах от 1 до 15 дней). Первоначальная попытка обучить единую модель для предсказания всего цикла вегетации показала низкие результаты (F1-мера: 0.72, Accuracy: 0.81) из-за фундаментального различия паттернов начала и конца сезона. Было принято решение о разработке двух независимых моделей.

Для устранения избыточности данных применялся алгоритм RFE (Recursive Feature Elimination). В результате были

выделены новые, высокоэффективные наборы признаков для каждой из фаз.

Оптимальный набор для определения начала вегетации (6 признаков):

2m_temperature_10d_mean (средняя температура за 10 дней) — ключевой триггер пробуждения растений;

OSAVI_7d_mean — индекс, устойчивый к влиянию почвы на ранних стадиях роста;

EVI2_10d_median — улучшенный индекс зелени;

D800_680_7d_mean — динамика разности отражений в инфракрасном и красном спектрах;

surface_solar_radiation_downwards_7d_mean — показатель доступной солнечной энергии;

NDII_7d_mean — индекс влажности растительности.

Оптимальный набор для определения окончания вегетации (5 признаков):

2m_temperature_14d_min (минимальная температура за 14 дней) — фиксация первых заморозков;

NDII_15d_min — критическое падение уровня влаги в тканях (высыхание);

ARI_10d_max — индекс антоцианового отражения (накопление пигментов старения);

EVI_15d_min — падение фотосинтетической активности;

surface_net_thermal_radiation_10d_mean — радиационный баланс в период осеннего похолодания.

Архитектура системы построена на базе ансамбля специализированных моделей. Основу составили три алгоритма: Random Forest (для устойчивости к шумам), XGBoost (для выявления нелинейных зависимостей) и многослойный персептрон MLP (глубокая нейронная сеть для извлечения скрытых взаимодействий). Решение формируется по принципу «мягкого голосования» (Soft Voting), усредняющего вероятности предсказаний.

Модель детекции начала вегетации (обучена на выборке из 4030 примеров) достигла выдающихся метрик на тесто-

вой выборке: F1-score составил 0.964, Accuracy — 0.984, ROC-AUC — 0.991. Модель окончания вегетации (3810 примеров) продемонстрировала F1-score на уровне 0.969, Accuracy — 0.979 и ROC-AUC — 0.971. Разработанный подход на 20–25% превосходит результаты единой базовой модели и классических пороговых методов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение методов машинного обучения на стыке спутниковых (Sentinel-2) и климатических (ERA-5) данных позволило решить проблему субъективности и низкой адаптивности классических фенологических наблюдений. Переход от единой архитектуры к двум независимым конвейерам со специфичными наборами признаков позволил достичь точности предсказаний выше 96% и сократить погрешность определения границ вегетации до 10–12 дней.

Практическая значимость работы заключается в возможности прямой интеграции предложенного решения в государственные системы мониторинга и коммерческие агроэкологические сервисы. Адаптивность алгоритма к локальным погодным аномалиям делает его надежным инструментом для минимизации климатических рисков, оптимизации сроков полевых работ и устойчивого повышения рентабельности агробизнеса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Zeng L., Wardlow B. D., Xiang D. [et al.]. A review of vegetation phenological metrics extraction using time-series, multispectral satellite data // Remote Sensing of Environment. — 2020.
2. Muñoz-Sabater J., Dutra E., Agustí-Panareda A. [et al.]. ERA5-Land: a state-of-the-art global reanalysis dataset for land applications // Earth System Science Data. — 2021.
3. Sentinel-2 MSI User Guide [Электронный ресурс] // ESA (European Space Agency), URL: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi> (дата обращения: 10.02.2025).

1.11 КОСМИЧЕСКИЕ ЛИДАРЫ КАК ИНСТРУМЕНТЫ КЛИМАТИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ: АЛГОРИТМЫ ПРЕДОБРАБОТКИ ДАННЫХ СПУТНИКА ICESAT-2 В ОЦЕНКЕ ДРЕВЕСНОЙ БИОМАССЫ

Тищенко Иван Сергеевич,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 233372@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Чернышенко Всеволод Сергеевич,
Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, VSChernyshenko@fa.ru

Исследование посвящено проблеме автоматизированной обработки сырых данных спутникового фотонного лидара ICESat-2 (прибор ATLAS). Актуальность работы обусловлена высоким уровнем шума в исходных данных (достигающим 70–80% от общего числа фотонов) и дискретной геометрией треков, что затрудняет их прямое использование для экологического мониторинга. Целью исследования является разработка комплексного алгоритмического пайплайна для фильтрации фотонного шума, построения непрерывного аналитического профиля лесного полога и автоматической детекции перепадов высот (вырубок, просек, дорог). В результате реализован многоступенчатый алгоритм, включающий статистическую и пространственную фильтрацию (IQR, KNN, DBSCAN), методы нелинейного сглаживания (фильтр Савицкого-Голея) и метод инверсии профиля для детекции локальных минимумов. Разработанная методология обеспечивает удаление до 76% шума и позволяет интегрировать точечные лидарные профили в регулярную пространственную сетку радиометра VIIRS. Полученные растровые слои могут служить физически обоснованной эталонной выборкой для обучения предиктивных моделей машинного обучения в задачах глобального мониторинга биомассы.

Ключевые слова: фотонный лидар, ICESat-2, лесной покров,

фильтр Савицкого-Голея, машинное обучение, VIIRS, геопространственный анализ.

ВВЕДЕНИЕ

В современных задачах глобального мониторинга лесных ресурсов и оценки наземной биомассы критически важным аспектом является получение точных данных о вертикальной структуре древостоя. Запуск спутника ICESat-2, оснащенного многолучевым микроимпульсным фотонным лидаром ATLAS, открыл новые возможности для дистанционного зондирования Земли. В отличие от классических лидаров с полной записью формы сигнала, ATLAS работает на принципе регистрации времени пролета одиночных фотонов. Это обеспечивает высокую частоту импульсов и беспрецедентное разрешение.

Однако специфика технологии обуславливает главную проблему обработки таких данных: экстремально высокую зашумленность. Ложные срабатывания детектора вызваны солнечной засветкой, атмосферным рассеянием и паразитными отражениями. Исходные облака точек (даже уровня обработки ATL08) представляют собой дискретные, сильно зашумленные наборы данных вдоль узких линий пролета спутника. Для извлечения осмысленных метрик лесного покрова и интеграции этих данных с мультиспектральными снимками среднего разрешения (например, систем Suomi NPP / NOAA-20 VIIRS) требуется применение сложных математических методов фильтрации и интерполяции, что и определяет основную проблематику и цель данного исследования.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Процесс обработки сырых лидарных данных был разделен на три ключевых алгоритмических этапа, реализованных в едином программном стеке на базе языка Python.

1. Многоступенчатая фильтрация фотонного шума

Для эффективного выделения полезного сигнала из облака точек был разработан каскадный алгоритм денойзинга. На

первом этапе применяется статистическая фильтрация на основе межквартильного размаха (IQR). Этот шаг позволяет отсеять грубые атмосферные выбросы, классифицируя как шум точки, высота которых выходит за пределы интервала $[Q1 - 1.5 \times IQR; Q3 + 1.5 \times IQR]$.

Вторым этапом является пространственная фильтрация с использованием алгоритма К-ближайших соседей. Метод вычисляет среднее расстояние от каждого фотона до k ближайших соседей; изолированные точки, превышающие адаптивный порог расстояния, удаляются. Третий этап включает кластеризацию по плотности с помощью алгоритма DBSCAN. Данный метод эффективно разделяет плотные скопления сигнальных фотонов и разреженный фоновый шум. В качестве развития концепции в работе исследована применимость адаптивной эллиптической кластеризации (алгоритмы семейства Smart3DLiDAR), учитывающей анизотропию облака точек, вытянутого вдоль вектора движения спутника. Последовательное применение описанных методов приводит к сокращению объема шумовых данных до 76%.

2. Моделирование профиля леса и методы сглаживания

Очищенное облако фотонов представляет собой дискретные точки с естественной вариативностью высот внутри кроны. Для восстановления аналитического профиля верхнего яруса леса применялся метод скользящих перцентилей. Верхняя огибающая рассчитывалась как 95-й перцентиль (P95) высот в локальном окне, нижняя — как 5-й перцентиль (P5). Пространство между ними интерпретируется как физический объем полога.

Сравнительный анализ алгоритмов математического сглаживания полученных огибающих показал, что простое скользящее среднее (Rolling Mean) приводит к искажению профиля на участках с редкими фотонами. Гауссово сглаживание ведет к потере информации о микрорельефе крон. Оптимальный баланс между гладкостью и сохранением локальных экстремумов продемонстрировал метод локальной полиномиальной

регрессии — фильтр Савицкого-Голея с использованием перекрывающихся окон.

3. Пространственная интерполяция и приведение к сетке VIIRS

Спутниковые треки ICESat-2 не являются параллельными линиям широты из-за вращения Земли и параметров орбиты. Для точной географической привязки применялась нелинейная интерполяция координат. Финальным этапом стал ресэмплинг (Gridding) очищенных 1D-профилей в 2D-сетку радиометра VIIRS. Была реализована агрегация лидарных точек, попадающих в пиксель VIIRS размером 375×375 м, с вычислением статистических моментов (доминирующая высота ячейки, среднее значение, Canopy Fraction).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках исследования разработан комплексный масштабируемый стек технологий для трансформации сырых телеметрических измерений фотонного лидара в высокоуровневый информационный продукт. Совместное применение методов кластеризации DBSCAN, фильтра Савицкого-Голея и алгоритмов пространственной агрегации позволило нивелировать шумовую природу данных ATLAS. В ходе работы решена нестандартная проблема артефактов агрегации («феномен 9 метров»), что повысило точность автоматической сегментации прогалов и вырубок. Результаты работы имеют высокую практическую ценность для развития систем предиктивной аналитики в экологии. Очищенные и распределенные по регулярной сетке данные ICESat-2 представляют собой физически обоснованные эталонные растровые слои. Они обладают синхронностью наблюдений и высокой репрезентативностью, что делает их идеальной обучающей выборкой для ансамблевых моделей машинного обучения, решающих задачи классификации типов подстилающей поверхности и оценки запасов лесной биомассы по мультиспектральным данным дистанционного зондирования Земли.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Markus T. et al. The Ice, Cloud, and land Elevation Satellite-2 (ICESat-2): Science requirements, concept, and implementation // Remote Sensing of Environment. — 2017. — Vol. 190. — P. 260–273.
2. Neuenschwander A., Pitts K. The ATL08 land and vegetation product for the ICESat-2 Mission // Remote Sensing of Environment. — 2019. — Vol. 221. — P. 247–259.
3. Обработка геопространственных данных в Python с использованием GeoPandas [Электронный ресурс]. URL: <https://geopandas.org/en/stable/> (дата обращения: 10.11.2025).
4. Ester M., Kriegel H. P., Sander J., Xu X. A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise // KDD. — 1996. — Vol. 96. — P. 226–231.
5. Фильтрация зашумленных сигналов с применением фильтра Савицкого-Голея в библиотеке SciPy [Электронный ресурс]. URL: https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.signal.savgol_filter.html (дата обращения: 15.12.2025).
6. Доступ к научным данным NASA Earthdata через Python API (icerux) [Электронный ресурс]. URL: <https://icerux.readthedocs.io/> (дата обращения: 05.10.2025).

1.12 МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ НА РЫНКЕ ЖИЛЬЯ С УЧЁТОМ КОИНТЕГРАЦИОННЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ И НЕСТАЦИОНАРНОСТИ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ В ПАНЕЛЬНЫХ ДАННЫХ

Шерышев Егор Иванович,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 241961@edu.fa.ru
Научный руководитель:
Михалева Мария Юрьевна,
Кандидат экономических наук, доцент Кафедры моделирова-

ния и системного анализа, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, mmikhaleva@fa.ru

Исследуется объём предложения на рынке жилья Дальневосточного Федерального округа (ДФО) по каждому из его 11 регионов. Показано, что на предложенных данных выявляется интегрированность временного ряда $I(1)$, наличие коинтеграции и созависимости панелей. Оцениваются модели коррекции ошибок первого порядка тремя методами, показывается значимость коэффициентов коррекции ошибок и стационарность остатков.

Ключевые слова: коинтеграция, модель коррекции ошибок (ЕСМ), коэффициент коррекции ошибок (ЕСТ), нестационарность, МНК

ВВЕДЕНИЕ

С развитием рынка жилья возрастает интерес к исследованиям, посвящённым прогнозированию его состояния, выявлению взаимосвязей на нём, всё из чего эконометрические методы позволяют достичь.

Из доступной литературы по исследованиям рынка жилья ДФО можно отметить редкие статьи, применяющие стандартные модели работы с отдельными временными рядами [9].

Стандартные подходы к работе с панельными данными имеют ограничения в виде общих предпосылок (гомогенность, стационарность). Невыполнение данных предпосылок может привести к «ложной регрессии». Именно в силу подобных ограничений, современные исследования предпочитают обращаться к модели коррекции ошибок (ЕСМ) как к основному инструменту исследования.

Целью данной работы является изучение предложения на рынке жилья в 11 регионах Дальневосточного Федерального округа на основе панельной ЕСМ.

МЕТОДОЛОГИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Для исследования были привлечены данные по 11 регионам

ДФО на протяжении 14 лет (2010–2023 вкл.). Имеем: $T = 14$, $N = 11$, где T и N — общее число лет и панелей соответственно.

Эндогенная переменная — ввод общей площади жилых помещений, тыс. кв. м

Экзогенные переменные:

объем инвестиций в основной капитал, млрд рублей;

оборот розничной торговли, млрд руб.

При моделировании все переменные берутся под логарифм натуральный по двум главным причинам:

Интерпретация: при использовании логарифмов коэффициенты интерпретируются как краткосрочные эластичности

Стабилизация дисперсии: взятие логарифмов помогает привести величины к сопоставимому масштабу, а также помогает ослабить гетероскедастичность ошибок.

Тестирование на нестационарность

Для тестирования на нестационарность был выбран тест Зивота-Эндрюса. Этот тест принимает разрывы в панелях за структурные разрывы. Далее — результаты теста Зивота-Эндрюса на каждом из столбцов данных на 5% уровне значимости. Тест проводится с константой.

Таблица 1. Тесты Зивота-Эндрюса

	Предложение	Инвестиции	Торговля
Статистика теста	-4.2483	-4.2532	-3.7795
Критическое Значение	-4.81067	-4.81067	-4.81067
P-Value	0.215	0.213	0.493
Вывод	Выявлена не-стационарность	Выявлена нестационарность	Выявлена нестационарность

Тест на коинтеграцию

Важнейшим условием построения ЕСМ является наличие коинтеграции. Для наших данных лучше всего подойдет тест

Вестерлунда [8]. Далее — 4 статистики проведённого теста Вестерлунда на бутстреппе, равном 5500.

Таблица 2. Тест Вестерлунда

	Gt	Ga	Pt	Pa
P-Value	0.032	0.365	0.031	0.281

Для вынесения вердикта о наличии или отсутствии коинтеграции используются статистики Gt & Pt [8]. На уровне значимости 5% тест подтверждает коинтеграцию.

Прочие тесты

Построение ЕСМ предполагает построение долгосрочного уравнения. Для наиболее корректного выбора оценочной парадигмы для ЕСМ и для долгосрочного уравнения были проведены: тест Хаусмана, тест на Гомогенность наклонных коэффициентов, CD-тест. Далее — результаты каждого из данных тестов.

Таблица 3. Тесты на Гомогенность наклонных коэффициентов, панельную созависимость и тест Хаусмана

	P-Value	Вывод
Slope Homogeneity	8.19e-49	H1 (коэффициенты гетерогенны)
CD-test	1.07e-11	H1 (Найдены общие ненаблюдаемые факторы)
Hausman Two-Way	5.72e-43	H1 (Фиксированные эффекты)

Оценка ЕСМ

Были оценены три модели коррекции ошибок и долгосрочная FE-модель. Методы оценки ЕСМ включают: MG, CСЕР, CСЕМG. Далее — результаты оценки FE-долгосрочной модели, затем — ЕСМ. Панельные средние не подлежат интерпретации, а также удалению при незначимости. [1; 2; 4; 5]

Таблица 3.5. Долгосрочная модель

Регрессор/метрика	коэффициент	P-Value / значение
x1	0.1188	0.004
x2	0.1249	0.007
d1	4.3	0
d2	3.015	0
d3	4.42	0
d4	3.26	0
d5	1.55	0
d6	5.124	0
d7	4.68	0
d8	4.9	0
d9	4.5633	0
d10	4.5553	0
d11	-0.0686	0.748
R²	-	0.995
F-test	-	2.12e-90
R²adj	-	0.994

Таблица 4. Оценки ЕСМ

Регрессор/Метод	MG	ССЕР	ССЕМГ
Δx_1	0.185	0.112	0.17
Δx_2	0.075	0.1415	0.127
$\bar{y}_{t-1}$	-	-0.049	0.025
$\bar{x}_{1(t-1)}$	-	-0.067	-0.124
$\bar{x}_{2(t-1)}$	-	0.13	0.109
ECT	-0.362	-0.495	-0.475

Таблица 5. Статистики ЕСМ

Статистика/Метод	MG	ССЕР	ССЕМГ
Δx_1 (p-value)	0.14	0.323	0.29
Δx_2 (p-value)	0.014	0	0.003
$\bar{y}_{t-1}$ (p-value)	-	0.5	0.88
$\bar{x}_{1(t-1)}$ (p-value)	-	0.404	0.48
$\bar{x}_{2(t-1)}$ (p-value)	-	0.029	0.07
ECT (p-value)	0	0	0.001
F-тест (p-value)	-	1.84e-11	-
W-тест (p-value)	1.42e-09	-	1.96e-09
R^2	0.41	0.346	0.536

Получены три ЕСМ:

MG:

$$\Delta y_t = -0.362 \cdot ECT + 0.185 \cdot \Delta x_{1t} + 0.075 \cdot \Delta x_{2t} + \varepsilon_t \quad (1)$$

ССЕР:

$$\Delta y_t = -0.495 \cdot ECT + 0.1415 \cdot \Delta x_{2t} - 0.049 \cdot \bar{y}_{t-1} - \\ - 0.067 \cdot \bar{x}_{1(t-1)} + 0.13 \cdot \bar{x}_{2(t-1)} + \varepsilon_t \quad (2)$$

ССЕМГ:

$$\Delta y_t = -0.475 \cdot ECT + 0.127 \cdot \Delta x_{2t} + 0.025 \cdot \bar{y}_{t-1} - \\ - 0.124 \cdot \bar{x}_{1(t-1)} + 0.109 \cdot \bar{x}_{2(t-1)} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Тестирование стационарности остатков

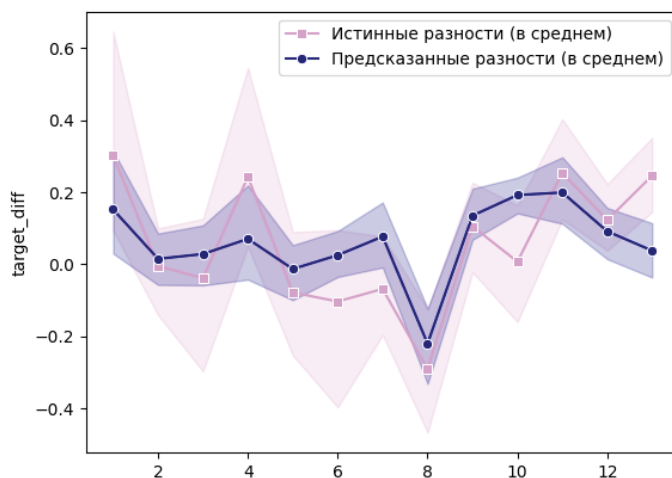
Необходимо проверить остатки ЕСМ на стационарность. В случае выявления их нестационарности модель неверна. Далее — результаты теста Зивота-Эндрюса (с константой) на остатках.

Таблица 6. Тест Зивота-Эндрюса на остатках

Статистика/Метод	MG	ССЕР	ССЕМГ
Критическое значение (5%)	-4.81067	-4.81067	-4.81067
Статистика	-4.39	-11.134	-11.23
P-Value	0.16	1e-05	1e-05
Вывод	Выявлена нестационарность	Выявлена стационарность	Выявлена стационарность

График предсказаний на исторических данных

Покажем графическую иллюстрацию фактических и смоделированных разностей.

*График 1. Предсказания ССЕМГ и Реальные показатели*

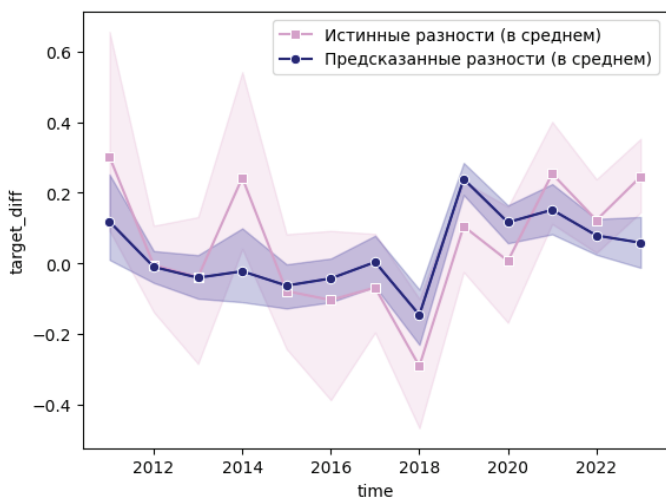


График 2. Предсказания MG и Реальные показатели

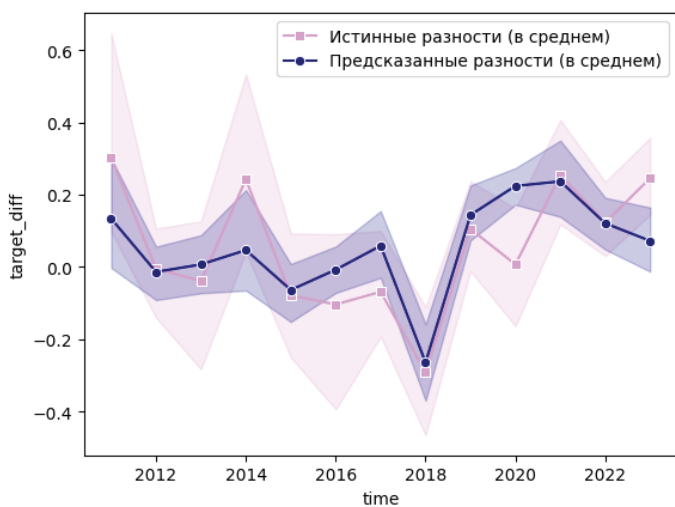


График 3. Предсказания ССЕР и Реальные показатели

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ЕСМ является state-of-the-art решением для моделирования рынка жилья на панельных данных в условиях коинтегрированности и нестационарности отдельных временных рядов, так как она не подвержена упомянутым ошибкам МНК-оценки.

Все ЕСТ отрицательны и по модулю не превышают 1, остатки ССЕ-методов стационарны, в среднем, модели хорошо оценивают изменения в целевой переменной. Главный результат — ЕСМ, оценённая методом ССЕМГ (1). Коэффициенты при разностях экзогенных переменных интерпретируются как краткосрочные эластичности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. A Spatio-Temporal Model of House Prices in the US [Электронный ресурс], URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304407610000837> (дата обращения: 06.01.2026)
2. Spatial error correction and cointegration in nonstationary panel data: Regional house prices in Israel [Электронный ресурс], URL: https://www.researchgate.net/publication/220449136_Spatial_error_correction_and_cointegration_in_nonstationary_panel_data_Regional_house_prices_in_Israel (дата обращения: 06.01.2026)
3. A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross Section Dependence [Электронный ресурс], URL: https://www.researchgate.net/publication/5139936_A_Simple_Panel_Unit_Root_Test_in_the_Presence_of_Cross_Section_Dependence (дата обращения: 06.01.2026)
4. Econometric Advances in the Estimation of Housing Price Determinants [Электронный ресурс], URL: https://www.researchgate.net/publication/381802458_Econometric_Advances_in_the_Estimation_of_Housing_Price_Determinants (дата обращения: 30.12.2024)
5. Spatial Econometric Analysis of Regional Housing Markets [Электронный ресурс], URL: https://www.academia.edu/144636936/Spatial_Econometric_Analysis_of_Regional_Housing_Markets (дата обращения: 06.01.2026)

6. Common correlated effects estimation of heterogeneous dynamic panel data models with weakly exogenous regressors [Электронный ресурс], URL: https://www.researchgate.net/publication/256063206_Common_Correlated_Effects_Estimation_of_Heterogeneous_Dynamic_Panel_Data_Models_with_Weakly_Exogenous_Regressors (дата обращения: 08.01.2026)
7. Mixed Signals Among Tests for Panel Cointegration [Электронный ресурс], URL: https://www.researchgate.net/publication/4833731_Mixed_signals_among_tests_for_panel_cointegration (дата обращения: 12.01.2026)
8. Forecasting using cross-section average-augmented time series regression [Электронный ресурс], URL: https://www.researchgate.net/publication/346197789_Forecasting_using_cross-section_average-augmented_time_series_regressions (дата обращения: 12.01.2026)
9. Testing slope homogeneity in large panels [Электронный ресурс], URL: https://www.researchgate.net/publication/4998941_Testing_Slope_Homogeneity_in_Large_Panels (дата обращения: 12.01.2026)
10. Testing for Error Correction in Panel Data [Электронный ресурс], URL: https://www.researchgate.net/publication/4870066_Testing_for_Error_Correction_in_Panel_Data (дата обращения: 09.01.2026)
11. Are Home Prices The Next “Bubble”? [Электронный ресурс], URL: https://www.researchgate.net/publication/5050506_Are_Home_Prices_the_Next_Bubble (дата обращения: 09.01.2026)
12. Testing for Bubbles in Housing Markets: A Panel Data Approach [Электронный ресурс], URL: https://www.researchgate.net/publication/227345578_Testing_for_Bubbles_in_Housing_Markets_A_Panel_Data_Approach (дата обращения: 10.01.2026)
13. Анализ и прогноз цен на рынке жилья по Камчатскому краю на базе эконометрических моделей [Электронный ресурс], URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-i-prognoz-tsen-na-rynke-zhilya-po-kamchatskomu-krayu-na-baze-ekonometricheskih-modeley> (дата обращения: 29.12.2025)

1.13 РИСКИ И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В НАУЧНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Даниелян Георгий Каренович,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 225730@edu.fa.ru

Дубовицкая Мария Сергеевна,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 225706@edu.fa.ru

Научный руководитель:
Бич Михаил Геннадиевич,
Кандидат технических наук, доцент Кафедры мировой экономики и мировых финансов, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, mgbich@fa.ru

Представляется исследование рисков и возможностей использования искусственного интеллекта в научной работе студентов на основе методологии системного анализа. Актуальность темы определяется быстрым распространением генеративных и аналитических ИИ-инструментов в образовательной и исследовательской практике, что требует не только описания их функциональных преимуществ, но и выявления системных ограничений, способных повлиять на качество научной подготовки. Цель исследования заключается в систематизации возможностей и рисков использования ИИ в научной работе студентов и в построении аналитической модели, позволяющей определить условия его методически корректного применения. Научная новизна работы состоит в том, что использование ИИ рассматривается как элемент сложной исследовательской системы, где положительные эффекты и риски распределены по этапам научной работы, типам задач и уровням допустимой автоматизации. В результате выделены ключевые функциональные зоны возможностей ИИ, системные риски его применения, а также предложена матрица сопоставления «этап исследования — возможность — риск — мера контроля». Сделан вывод о том, что продуктивное применение ИИ в на-

учной работе студентов возможно только при условии сохранения за студентом статуса основного субъекта исследования, обязательной проверки содержательно значимых результатов и включения ИИ в управляемый контур обеспечения качества.

Ключевые слова: искусственный интеллект, генеративный искусственный интеллект, научная работа студентов, системный анализ, риски, возможности, выпускная квалификационная работа, академическая добросовестность, управление качеством исследования.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях цифровой трансформации образования и науки искусственный интеллект становится заметным элементом учебно-исследовательской инфраструктуры [1; 2; 3]. Особенно активно ИИ-инструменты используются в студенческой научной работе, включая выбор темы, формирование плана, поиск аргументов, редактирование текста и предварительную интерпретацию материалов [3; 4]. Однако расширение инструментальных возможностей не означает автоматического повышения качества исследования. Напротив, рост автоматизации требует более строгой оценки того, каким образом ИИ влияет на исследовательскую самостоятельность, методологическую корректность и достоверность результатов [5; 8]. Продуктивной основой такого анализа выступает системный подход. Он позволяет рассматривать научную работу студента как целостную систему, включающую входные условия, последовательность этапов, критерии качества, ограничения и механизмы обратной связи [12; 13]. В такой логике важно не только перечислить функции ИИ, но и определить, на каких этапах он действительно усиливает исследовательский процесс, а на каких создает дополнительные риски [7; 8; 10]. Соответственно, задача исследования заключается в выявлении возможностей и ограничений использования ИИ в научной работе студентов и в определении принципов его методически допустимой интеграции. Такая постановка вопроса соответствует и требованиям

к выпускной квалификационной работе, предполагающим логическую связность, корректность структуры, согласованность цели, задач, методов и выводов, а также обязательность самостоятельной аналитической деятельности студента [9].

ИССЛЕДОВАНИЕ

С позиций системного анализа научная работа студента представляет собой многоэтапную систему преобразования исходного запроса в завершённый исследовательский результат. На вход данной системы поступают тема, предметная область, требования образовательной программы, источники, данные и уровень подготовленности обучающегося. На выходе формируется научный текст, качество которого определяется логической целостностью, корректностью понятийного аппарата, обоснованностью выводов, воспроизводимостью результатов и соблюдением норм академической добросовестности.

Внутренняя структура этой системы включает постановку проблемы, формулировку цели и задач, формирование теоретической базы, выбор методов, сбор и обработку информации, анализ, интерпретацию результатов и редакционную доработку текста. Именно такое разбиение позволяет оценивать ИИ не абстрактно, а применительно к конкретным функциям и участкам исследовательского процесса. Один и тот же инструмент может быть полезен для стилистической правки и одновременно опасен при формировании научных выводов.

Наиболее значимые возможности ИИ проявляются в тех зонах, где преобладают задачи предварительной генерации и технического упорядочивания материала. К ним относятся построение черного плана, подготовка вариантов формулировок, предварительная классификация подходов, сопоставление аргументов, а также стилистическая редакция текста. В этих случаях ИИ способен сокращать время рутинных операций, снижать барьеры входа в исследовательскую деятельность и ускорять итерационную доработку работы. Существенным преимуществом выступает и поддержка структурной согласованности: ИИ может

выявлять рассогласование между целью, задачами, содержанием разделов и выводами, тем самым выступая как инструмент пред-варительной логико-композиционной диагностики.

Вместе с тем положительные эффекты не являются безусловными. Первый крупный риск связан с формированием эффекта ложноположительного качества. Генеративные модели способны создавать текст, который выглядит логичным, связным и академически оформленным, но при этом не обладает необходимой научной глубиной. В такой ситуации внешние параметры качества повышаются, тогда как содержательная состоятельность, проверяемость тезисов и самостоятельность анализа могут снижаться.

Второй класс рисков относится к работе с данными и источниками. Генеративные модели могут воспроизводить неточные сведения, смешивать авторские позиции, искажать содержание публикаций и предлагать недостоверные ссылки. Поэтому любой результат ИИ, связанный с фактами, цитатами, цифрами и научными концепциями, должен рассматриваться не как готовый элемент доказательной базы, а как гипотеза, требующая обязательной проверки по первоисточникам.

Третий риск выражается в росте шаблонности. Поскольку ИИ ориентируется на наиболее вероятные формулировки и типовые логические конструкции, его чрезмерное использование может снижать вариативность исследовательского поведения студента. В краткосрочном периоде это выглядит как упорядочивание, однако в долгосрочной перспективе ослабляет способность к самостоятельной постановке вопросов, выбору альтернативных объяснений и выявлению противоречий. Для направлений, связанных с системным анализом и моделированием, это особенно существенно, поскольку сама исследовательская подготовка предполагает работу со сложностью и неоднозначностью.

Для формализованного представления результатов целесообразно использовать матрицу сопоставления «этап исследования — возможность — риск — мера контроля». На этапе

постановки темы ИИ снижает порог входа, но создает риск избыточной общности формулировок; на этапе планирования структуры он усиливает композиционную согласованность, но может формировать лишь видимость логичности; при работе с литературой ускоряет навигацию по теме, но требует обязательной проверки ссылок; на этапе анализа способен предлагать гипотезы и варианты интерпретации, однако не должен подменять самостоятельное доказательство; при редактировании улучшает качество текста, но нуждается в авторском контроле, чтобы избежать скрытой подмены смысла.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ показывает, что искусственный интеллект следует рассматривать как внешний модуль исследовательской системы, влияние которого определяется не самим фактом использования, а режимом включения в научную работу студента. Его применение наиболее оправдано в задачах предварительной генерации, структурирования и технической доработки материала. Основные ограничения концентрируются в сферах интерпретации, доказательства, работы с источниками и формулирования итоговых выводов.

Следовательно, методически корректное использование ИИ возможно только при соблюдении нескольких принципов: функциональной ограниченности, обязательной верификации результатов, прозрачности использования, приоритета самостоятельной интерпретации и адаптивного контроля со стороны студента и научного руководителя. Лишь при таких условиях ИИ может выступать не средством подмены исследовательской деятельности, а инструментом повышения качества научной подготовки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Спасенников В.В., Логвинов Д.В., Савкин С.С. Сравнительный анализ представлений студентов бакалавриата и магистратуры о возможностях использования искусственного

- интеллекта в учебном процессе // Вестник ТвГТУ. Серия «Науки об обществе и гуманитарные науки». 2025. № 4 (43). URL: <https://vestnik-ob.ru/files/694013a406b963.69056687.803.pdf> (дата обращения: 14.02.2026)
2. Walter Y. Embracing the Future of Artificial Intelligence in the Classroom: The Relevance of AI Literacy, Prompt Engineering, and Critical Thinking in Modern Education // International Journal of Educational Technology in Higher Education. 2024. URL: <https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-024-00448-3>
 3. Artificial Intelligence in Education: A Systematic Literature Review / S. Wang [et al.] // Expert Systems with Applications. 2024. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417424010339>
 4. Пихтовников, С. В. Использование генеративного ИИ в научных исследованиях и образовании / С. В. Пихтовников, А. С. Пихтовников // Актуальные проблемы и тенденции развития современной экономики и информатики: Материалы Международной научно-практической конференции, Уфа, 21 ноября 2025 года. — Бирск: Уфимский университет науки и технологий, 2025. — С. 162–166. — EDN HOVRIY.
 5. Сулейбанова, М. У. Искусственный интеллект в образовательном процессе вуза: возможности и этические риски / М. У. Сулейбанова, З. И. Гадаборшева // Журнал прикладных исследований. — 2025. — № S2. — С. 233–238. — DOI 10.26118/5390.2025.74.82.025. — EDN HIBYGG.
 6. Pinski M., Benlian A. AI Literacy for Users — a Comprehensive Review and Future Research Directions of Learning Methods, Components, and Effects // Computers in Human Behavior: Artificial Humans. 2024. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S294988212400027>
 7. Systematic Review of Research on Artificial Intelligence Applications in Modern Education — Where are the Educators? / O. Zawacki-Richter [et al.] // International Journal of Educational Technology in Higher Education. 2019. URL:

- <https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-019-0171-0>
8. ChatGPT for Good? On Opportunities and Challenges of Large Language Models for Education / E. Kasnetci [et al.] // *Learning and Individual Differences*. 2023. Vol. 103. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1041608023000195> (дата обращения: 11.07.2025)
 9. Методические рекомендации по подготовке выпускной квалификационной работы для Студентов, обучающихся по направлению подготовки 38.03.01 «Экономика». Финансовый университет, 2025.
 10. Бирюков, Д. Н. Международный опыт регулирования и внедрения генеративного искусственного интеллекта в сфере высшего образования / Д. Н. Бирюков, А. Ф. Супрун, А. Д. Бирюкова // *Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы*. — 2025. — № 3(66). — С. 192–212. — DOI 10.48612/jisp/hz8x-hdxv-b83d. — EDN XFHVSL.
 11. Погорелова Л.А., Пахомова А. А. Оценка эффективности применения искусственного интеллекта в образовательной деятельности на примере модели GPT-4 // *Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий*. 2025. Т. 14. № 2. С. 45–52. URL: [deli-gpt-4](#) (дата обращения: 14.11.2025).
 12. Burian, P. E., Rogerson, L., & Maffei III, F. S. (2010). The Research Roadmap: A Primer To The Approach And Process. *Contemporary Issues in Education Research (CIER)*, 3(8), 43–58. <https://doi.org/10.19030/cier.v3i8.226> URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1072689.pdf> (дата обращения: 15.02.2026)
 13. Praestegaard Larsen, B. (2025). Research process model for bachelor's thesis. *Journal of Learning Development in Higher Education*, (34). <https://doi.org/10.47408/jldhe.vi34.1379> URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1464960.pdf> (дата обращения: 09.02.2026)
 14. Göndöcs, D. Uncovering the dynamics of human-AI hybrid performance: A qualitative meta-analysis of empirical studies

- / D. Göndöcs, S. Horváth, V. Dörfler // International Journal of Human-Computer Studies. — 2025. — Vol. 205. — P. 103622. — DOI 10.1016/j.ijhcs.2025.103622. — EDN PBZQRK.
15. Li, H., Tian, F. Advancing Decision-Making through AI-Human Collaboration: A Systematic Review and Conceptual Framework. Group Decis Negot 35, 26 (2026). <https://doi.org/10.1007/s10726-026-09980-1> (дата обращения 03 April 2026)

1.14 МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕНТНЫХ ОЖИДАНИЙ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕШЕНИЙ БАНКА РОССИИ НА ОСНОВЕ ПРОЦЕНТНЫХ ИНДИКАТОРОВ И ДЕРИВАТИВОВ

Короваевич Александр Андреевич,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 231214@edu.fa.ru

Королев Кирилл Дмитриевич,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 231214@edu.fa.ru

Научный руководитель:
Омарова Зарема Курбановна,
Доктор экономических наук, профессор Кафедры экономической теории, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия.

В работе рассматривается задача прикладного моделирования и краткосрочного прогнозирования денежно-кредитной политики Банка России на основе ставок RUONIA, RUSFAR и OIS-кривой. Актуальность исследования определяется потребностью в формализованном инструменте, позволяющем извлекать из котировок денежного рынка вероятностные ожидания участников относительно будущей траектории ключевой ставки. Цель исследования состоит в разработке собственной методической схемы моделирования процентных ожиданий, учитывающей институциональные особенности российского денежного рынка, операционный дизайн Банка России и различие

между ожидаемой эффективной ставкой овернайт и собственно ключевой ставкой. В работе предлагается подход, объединяющий очистку сигнала краткосрочных ставок от ликвидностных и технических искажений, построение OIS-кривой, согласованной с календарем заседаний Банка России, извлечение имплицитированной траектории эффективной ставки овернайт и преобразование этой траектории в вероятностное распределение сценариев решений регулятора на основе сценарного анализа. Результаты исследования показывают, что совместное использование RUONIA, RUSFAR и OIS-котировок позволяет повысить качество интерпретации процентных ожиданий и сформировать прикладной инструмент для макрофинансового анализа, процентного риск-менеджмента и мониторинга денежно-кредитной политики.

Ключевые слова: денежно-кредитная политика, RUONIA, RUSFAR, OIS, ключевая ставка, процентные ожидания, денежный рынок.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях инфляционного таргетирования ожидания относительно будущей траектории ключевой ставки Банка России становятся самостоятельным фактором формирования цен на денежном, долговом и валютном сегментах финансового рынка. Изменение оценки будущей денежно-кредитной политики воздействует на стоимость краткосрочного фондирования, структуру процентной кривой и премии за срочность еще до фактического решения регулятора. Поэтому задача формализованного извлечения процентных ожиданий из наблюдаемых параметров денежного рынка приобретает не только прикладное, но и самостоятельное исследовательское значение.

Анализ международной литературы показывает, что рыночные ставки и процентные деривативы способны содержать значимый сигнал о будущих решениях центрального банка, однако его корректное извлечение требует учета риск-премий, особенностей микроструктуры рынка и календаря заседаний мо-

нетарного регулятора [3–9]. Для российского рынка эта задача осложняется спецификой операционной среды Банка России, особенностями формирования OIS-котировок и одновременным сосуществованием индикаторов необеспеченного и обеспеченного краткосрочного фондирования.

Цель работы состоит в разработке инструмента моделирования и прогнозирования денежно-кредитной политики Банка России на основе индикаторов краткосрочной процентной среды. Научная новизна исследования заключается в построении собственной методической схемы, соединяющей динамику RUONIA, RUSFAR и процентных свопов с вероятностной оценкой сценариев изменения ключевой ставки на ближайших заседаниях Банка России, с учетом адаптации модели к институциональным особенностям российского рынка.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Эмпирическая логика исследования исходит из того, что ставки RUONIA и RUSFAR, а также котировки процентных свопов овернайт, представляют собой не только индикаторы текущих условий рублевого фондирования, но и механизм агрегирования ожиданий относительно будущей траектории ключевой ставки, а также изменения премий за ликвидность. Для основной калибровки используется скользящее окно порядка трех лет на дневных данных, что позволяет сохранять чувствительность модели к текущему режиму денежного рынка и одновременно избегать смещения разнородных фаз процентного цикла. Полная доступная история привлекается для институционального анализа и проверок устойчивости результатов, а вблизи заседаний Банка России дополнительно применяются событийные окна на более частых котировках для выделения переоценки ожиданий до решения и после него.

Построение OIS-кривой осуществляется через извлечение дисконт-факторов из наблюдаемых котировок. Короткий конец кривой выстраивается по датам заседаний Банка России, поскольку именно они задают дискретные точки возможной

смены процентного режима. Для ближайших заседаний используется кусочно-постоянное представление форвардной ставки овернайт по интервалам между заседаниями, тогда как между рыночными узлами применяется монотонно-выпуклая интерполяция логарифмов дисконт-факторов. Такая схема позволяет избежать искусственных осцилляций короткого конца кривой и сохранить экономическую интерпретируемость извлекаемых форвардных ставок с учетом общих принципов бесарбитражного построения срочной структуры и особенностей формирования ценовых кривых СПФИ в российской рыночной инфраструктуре [2; 8].

Принципиальное значение имеет разграничение ожидаемой эффективной ставки овернайт денежного рынка и собственно ключевой ставки Банка России. Поэтому из OIS-кривой извлекается прежде всего ожидаемая траектория фактической ставки овернайт, а уже затем ожидаемая траектория ключевой ставки. Такое разграничение методологически оправдано, поскольку RUONIA отражает фактические условия краткосрочного необеспеченного фондирования и формируется в соответствии с официальной методологией Банка России [1]. Для очистки рыночного сигнала вводится временной клин между эффективной ставкой денежного рынка и ключевой ставкой, оцениваемый с учетом спреда между RUONIA и RUSFAR.

На следующем этапе восстановленная траектория преобразуется в вероятностную конфигурацию решений Банка России. Для ближайшего заседания используется локальная дискретизация по соседним шагам изменения ставки, при которой математическое ожидание распределения совпадает с импликацией OIS. Для горизонта нескольких заседаний задача формулируется как обратная: требуется подобрать такое распределение вероятностей по допустимым шагам изменения ключевой ставки, которое воспроизводит наблюдаемую структуру интервальных OIS-ставок. Для обеспечения устойчивости решения используются ограничения неотрицательности, условие суммирования

вероятностей к единице и регуляризация, препятствующая не-реалистичным скачкам вероятностей между соседними заседаниями [4; 5; 9].

Результаты исследования показывают, что наибольшей информационной насыщенностью обладают короткие сегменты OIS-кривой, совпадающие по горизонту с ближайшими заседаниями Банка России. Совместное использование RUONIA, RUSFAR и OIS-котировок позволяет выделять не только наиболее вероятный сценарий решения по ключевой ставке, но и степень рыночной уверенности в нем. Практическим итогом становится построение инструмента, в рамках которого для каждой даты заседания формируется распределение вероятностей базовых сценариев денежно-кредитной политики. Такой инструментарий пригоден для мониторинга процентных ожиданий, управления дюрацией, процентного риск-менеджмента и прикладного анализа трансмиссионного механизма денежно-кредитной политики.

ВЫВОДЫ

Проведенное исследование подтверждает, что российский рынок уже располагает достаточным набором индикаторов для перехода от описательного анализа краткосрочных ставок к формализованному моделированию ожиданий денежно-кредитной политики. Методическая комбинация RUONIA, RUSFAR и OIS RUB позволяет реконструировать не только ожидаемую траекторию эффективной ставки овернайт, но и вероятностное распределение сценариев изменения ключевой ставки Банка России. Научная значимость полученного результата состоит в разработке оригинальной схемы извлечения процентных ожиданий, адаптированной к институциональным особенностям российского рынка. Прикладная значимость заключается в создании инструмента, пригодного для макрофинансового анализа, мониторинга ожиданий перед заседаниями Банка России и процентного позиционирования на рынке рублевых инструментов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Методология формирования и публикации ставки RUONIA, индекса RUONIA и срочной версии RUONIA / Банк России. — Москва, 2022. — URL: https://www.cbr.ru/content/document/file/135651/meth_ruonia_20220429.pdf (дата обращения: 24.03.2026).
2. Методика формирования ценовых кривых СПФИ / ПАО Московская Биржа. — Москва, 2025. — URL: <https://fs.moex.com/f/21666/20250324-ext-spfi-swaprates.pdf> (дата обращения: 24.03.2026).
3. Krueger J. T., Kuttner K. N. The Fed funds futures rate as a predictor of Federal Reserve policy // *Journal of Futures Markets*. — 1996. — Vol. 16, no. 8. — P. 865–879. — DOI 10.1002/(SICI)1096-9934(199612)16:8<865::AID-FUT2>3.0.CO;2-K.
4. Kuttner K. N. Monetary policy surprises and interest rates: Evidence from the Fed funds futures market // *Journal of Monetary Economics*. — 2001. — Vol. 47, no. 3. — P. 523–544. — DOI 10.1016/S0304-3932(01)00055-1.
5. Gürkaynak R. S., Sack B., Swanson E. T. Market-based measures of monetary policy expectations // *Journal of Business & Economic Statistics*. — 2007. — Vol. 25, no. 2. — P. 201–212. — DOI 10.1198/073500106000000387.
6. Piazzesi M., Swanson E. T. Futures prices as risk-adjusted forecasts of monetary policy // *Journal of Monetary Economics*. — 2008. — Vol. 55, no. 4. — P. 677–691. — DOI 10.1016/j.jmoneco.2008.04.003.
7. Gürkaynak R. S., Sack B., Swanson E. T. Do actions speak louder than words? The response of asset prices to monetary policy actions and statements // *International Journal of Central Banking*. — 2005. — Vol. 1, no. 1. — P. 55–93.
8. Hagan P. S., West G. Interpolation methods for curve construction // *Applied Mathematical Finance*. — 2006. — Vol. 13, no. 2. — P. 89–129. — DOI 10.1080/13504860500396032.
9. Lloyd S. P. Overnight indexed swap-implied interest rate expectations // *Finance Research Letters*. — 2021. — Vol. 38. — Art. 101430. — DOI 10.1016/j.frl.2020.101430.

1.15 МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ОБНОВЛЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФОНДОВ

Корвина Елена Ильинична,

Студент бакалавриата, МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия, kei22b097@student.bmstu.ru

Научный руководитель:

Пилюгина Анна Валерьевна,

Кандидат экономических наук, доцент Кафедры «Финансы», МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия, Pilyuginaanna@bmstu.ru

В исследовании рассматриваются вопросы моделирования принятия решения по обновлению производственных фондов предприятия (на примере цифрового режущего плоттера). Современное техническое перевооружение напрямую влияет на конкурентоспособность выпускаемой продукции, уровень производительности и финансовую устойчивость компании. Актуальность исследования обусловлена высокой степенью износа производственных фондов предприятий и необходимостью принятия обоснованных инвестиционных решений при обновлении оборудования. В условиях ограниченности финансовых ресурсов и наличия множества разнородных критериев задача выбора оптимального решения требует применения многокритериальных подходов. Целью работы является разработка модели принятия решения по обновлению производственных фондов на основе метода анализа иерархий. Эмпирическую базу исследования составили данные о реализованных проектах по обновлению производственных фондов промышленного предприятия, включая анализ технико-коммерческих предложений и результаты экспертных интервью со специалистами. Методы исследования базируются на интеграции многокритериального подхода Т.Саати с системой показателей, характеризующих эффективность оборудования (например, чистая приведенная стоимость (NPV), затраты, индекс общей эффективности оборудования (ОЕЕ), производительность, техническая эффективность, уровень локализации и конкурентоспособность

продукции). Сформирована иерархическая структура, включающая три группы критериев, детализированных через указанные показатели. В ходе исследования разработана модель, апробированная на примере задачи замены цифрового режущего плоттера. Для альтернатив (приобретение нового оборудования, модернизация, капитальный ремонт) рассчитаны значения ключевых показателей и проведена оценка приоритетности вариантов, которая позволила определить наиболее предпочтительное направление инвестирования.

Ключевые слова: метод анализа иерархий, обновление производственных фондов, эффективность оборудования, модернизация оборудования, замена оборудования, капитальный ремонт.

ВЕДЕНИЕ

Обновление производственных фондов является одним из ключевых факторов повышения конкурентоспособности предприятий [1]. Однако выбор оптимального инвестиционного решения осложняется необходимостью учета множества разнотипных факторов. В связи с этим возникает необходимость применения многокритериальных методов принятия решений. Метод анализа иерархий, предложенный Томасом Саати [2], является одним из наиболее распространённых инструментов для решения данной задачи. Метод позволяет структурировать сложную проблему в виде иерархий, провести попарные сравнения [3] альтернатив и определить их приоритетность. В сочетании с системой показателей эффективности оборудования данный метод может быть применен для обоснования инвестиционных решений в области обновления производственных фондов.

Объект исследования — процессы принятия управленческих решений по обновлению производственных фондов на примере цифрового режущего плоттера.

Предмет исследования — методические подходы к многокритериальной оценке альтернатив обновления оборудования.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Разработанная модель включает три уровня иерархий. На первом уровне находится цель — выбор оптимального варианта обновления оборудования. Второй уровень представляет три группы критериев с соответствующими параметрами: финансовые (чистая приведенная стоимость (NPV), затраты), операционные (индекс общей эффективности оборудования (OEE) [4], производительность [5], техническая эффективность) и рыночные (уровень локализации [6], конкурентоспособность продукции [7]). Третий уровень — альтернативы: полная замена оборудования, модернизация, капитальный ремонт.



Рис. 1. Иерархическая структура модели принятия решений в обновлении производственных фондов

Апробация модели проводилась на примере выбора стратегии обновления цифрового режущего плоттера. В ходе проверки модели было проанализировано большое количество данных, включая технико-коммерческие предложения, эксплуатационную документацию, данные управленческого учета и результаты экспертных интервью. Результаты показали, что наибольший вес среди критериев имеет производительность (0,35), затем затраты (0,24). Глобальные приоритеты альтернатив распределились следующим образом: приобретение нового оборудования — 0,59, модернизация — 0,27, капитальный ремонт — 0,14. Отношение согласованности для всех матриц не превышает 10%, что подтверждает корректность экспертных оценок.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что наибольший интегральный эффект достигается при приобретении нового оборудования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенного исследования разработана и апробирована модель принятия решения при обновлении производственных фондов, базирующаяся на интеграции метода анализа иерархий Т. Саати и системы разнородных критериев эффективности оборудования.

Сформирована иерархическая структура, включающая три группы критериев (финансовые, операционные, рыночные), которая отражает многоаспектность задачи выбора между альтернативами. Апробация модели на примере цифрового режущего плоттера показала, что расхождение в интегральной эффективности альтернатив может быть существенным, вариант полной замены оборудования обеспечивает максимальный вклад в совокупный приоритет ($W=0.59$). Однако это не означает его безусловного превосходства при любых условиях — полученные результаты чувствительны к структуре весов критериев и конкретным значениям показателей.

Разработанная модель представляет собой гибкую систему, которая может настраиваться под конкретное предприятие, тип оборудования и состав критериев. На ее основе можно построить автоматизированный опросник: для каждого клиента формируется индивидуальный набор показателей, определяются весовые коэффициенты и вектор приоритетов. Данные для оценки могут собираться в режиме реального времени через интеграцию со специализированными системами мониторинга оборудования (например, «1С: ТОИР»), что позволит отслеживать динамику ключевых показателей. Благодаря гибкости модели система может не только фиксировать текущее состояние, но и предлагать клиенту пересмотреть ранее выбранную стратегию. Модель масштабируема на мезоуровень: принципы сбора данных могут использоваться в отраслевых программах

для формирования единых требований и оценки потребностей предприятий целого сектора. Модель служит адаптивной системой поддержки принятия решений при обновлении производственных фондов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Боташева Ф. Б., Яндарбаева Л. А. Обновление основных производственных фондов как ключевой фактор формирования конкурентных преимуществ промышленных предприятий // ЕГИ. 2019. № 25 (3). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obnovlenie-osnovnyh-proizvodstvennyh-fondov-kak-klyuchevoy-faktor-formirovaniya-konkurentnyh-preimuschestv-promyshlennyh> (дата обращения: 06.04.2026).
2. Бескорсый Никита Сергеевич, Олейников Борис Васильевич О влиянии шкалы на результаты многокритериального выбора в методологии АНП Т. Саати // Образовательные ресурсы и технологии. 2014. № 1 (4). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-vliyanii-shkaly-na-rezultaty-mnogokriterialnogo-vybora-v-metodologii-ahp-t-saati> (дата обращения: 06.04.2026).
3. Скрипина, И. И. Анализ и выбор математической модели с помощью метода анализа иерархий / И. И. Скрипина, Т. В. Зайцева, Н. П. Путивцева // Научный результат. Информационные технологии. — 2021. — Т. 6, № 2. — С. 41–46. — DOI 10.18413/2518–1092–2021–6–2–0–6. — EDN QYVCUU.
4. Россоха Евгений Вячеславович Оценка эффективности управления оборудованием на предприятии // Труды БГТУ. Серия 5: Экономика и управление. 2014. № 7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-effektivnosti-upravleniya-oborudovaniem-na-predpriyatii> (дата обращения: 06.04.2026).
5. Исмагилова Л. А., Е. Е. Будник. Инвестиции и производительность труда: анализ тенденций // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2018. № 2. С. 78–83. URL: <https://vaael.ru/ru/article/view?id=36> (дата обращения 06.04.2026).
6. Гришин П. В., Шведова В. В. Локализация производства и высокие технологии // Научный аспект, 2024. Т. 1, № 4. С. 15–28.

- URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=67315038> (дата обращения 06.04.2026)
7. Насибуллин Роман Рамилевич, Лялькова Евгения Евгеньевна АНАЛИЗ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ, ТОВАРОВ, УСЛУГ // E-Scio. 2023. № 5 (80). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-konkurentosposobnosti-produktsii-tovarov-uslug> (дата обращения: 07.04.2026).

1.16 МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ СКЛАДСКИМИ ЗАПАСАМИ

Мальцева Анна Алексеевна,
Студент бакалавриата, МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия, maltsevaana1@student.bmstu.ru

Научный руководитель:
Волохова Татьяна Владимировна,
Кандидат экономических наук, доцент кафедры «Финансы» МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия, volokhova@bmstu.ru

В статье рассматривается проблема оптимизации управления материальными запасами на предприятии, осуществляющем эксплуатацию автомобильных дорог, которая является одной из ключевых задач повышения эффективности использования ресурсов и обеспечения бесперебойности производственных процессов. Актуальность исследования обусловлена необходимостью снижения издержек, связанных с хранением материальных запасов, минимизации рисков дефицита и профицита материальных ресурсов, способных привести к нарушению технологических процессов и снижению качества выполняемых работ. Целью исследования является разработка экономико-математической модели, которая минимизирует совокупные затраты с учетом риска дефицита и профицита. Объектом исследования являются процессы управления материальными запасами на предприятии транспортной отрасли, предметом исследования — методы и модели их оптимизации. В работе предложена модель, учитывающая специфику дея-

тельности предприятия, включая особенности потребления материальных запасов и условия их хранения. Разработанная модель апробирована на базе действующего транспортном предприятии. Результатом ее применения является уменьшение совокупных затрат на материальные ресурсы, улучшение финансово-экономических показателей деятельности компании, характеризующих ее эффективность. Результаты моделирования подтвердили возможность использования модели на предприятиях транспортной отрасли. Практическая реализация модели осуществляется с использованием инструментария электронных таблиц, средств табличного анализа, что обеспечивает возможность ее применения в условиях реальной хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: материальные запасы, экономикоматематическая модель, применение модели EOQ, оптимизация размера запасов.

ВВЕДЕНИЕ

Оптимизация управления материальными запасами на предприятии, осуществляющем эксплуатацию автомобильных дорог, является одной из ключевых задач повышения эффективности использования ресурсов и обеспечения бесперебойности производственных процессов. Рациональная организация процессов снабжения позволяет снизить издержки хранения, уменьшить оборотный капитал, иммобилизованный в запасах, а также обеспечить непрерывность деятельности предприятия.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Целью исследования является разработка экономикоматематической модели, которая минимизирует совокупные затраты с учетом риска дефицита и профицита [1]. Распространенной моделью управления запасами выступает модель оптимального размера запаса EOQ [2], позволяющая определить оптимальный объем партии, минимизирующий совокупные затраты на размещение заказов и хранение запасов [3]. Для

практического применения на транспортном предприятии базовая модель требует адаптации к условиям функционирования предприятия, особенностям структуры затрат, сезонности и возможным рискам дефицита и профицита.

Экономико-математическая модель управления материальными запасами выглядит следующим образом:

$$TC = \sum_{i=1}^n \left(\frac{D_i}{Q_i} * K_i + \frac{Q_i}{2} * h_i + T_i(Q_i) \right) + h_i * S_i + C_{adm}$$

$$\rightarrow \min$$

$$\begin{cases} x_i \geq S_i - \delta_i; \\ x_i \leq U_i + \varepsilon_i; \\ Q_i \geq 0; \\ x_i \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

где

TC — общие затраты, руб.;

i — номенклатурная позиция, $i = 1 \div n$;

n — количество номенклатурных позиций i , шт.;

Q_i — размер партии заказа номенклатурной позиции i , шт.;

x_i — фактический объем на складе номенклатурной позиции i , шт.;

D_i — потребность в номенклатурной позиции i за рассматриваемый период, руб.;

K_i — фиксированные расходы на заказ i -ой номенклатурной позиции, руб.;

h_i — стоимость хранения единицы i -ой номенклатурной позиции, руб.;

c_{1i} — составляющая h_i , характеризующая зависимость расходов на хранение от стоимости определенной номенклатурной позиции i , руб.;

c_{2i} — составляющая h_i , характеризующая стоимость части площади, занимаемой определенной номенклатурной позицией i , руб.;

c_{3i} — составляющая h_i , характеризующая текущие операционные расходы, связанные с физическим или информационным обслуживанием определенной номенклатурной позиции i , руб.;

c_{4i} — составляющая h_i , характеризующая расходы на страхование, обеспечение безопасности и предотвращение потерь по определенной номенклатурной позиции i , руб.;

c_{5i} — составляющая h_i , характеризующая расходы, связанные с порчей, физическим износом, моральным устареванием или списанием определенной номенклатурной позиции i , руб.;

c_{6i} — составляющая h_i , характеризующая стоимость фактических потерь номенклатурной позиции i , руб.;

$$c_{6i} = Pr_i * n_{i \text{ потер}}$$

Pr_i — стоимость номенклатурной позиции i руб.;

$n_{i \text{ потер}}$ — фактические потери номенклатурной позиции i , шт.

$T_i(Q_i)$ — функция совокупной стоимости логистического управления определенной номенклатурной позиции i , выраженная как зависимость от величины заказа Q_i , руб.;

S_i — страховой запас номенклатурной позиции i , шт.;

C_{adm} — общие административные расходы, не зависящие от определенной номенклатурной позиции i , руб.;

δ_i — допустимый дефицит номенклатурной позиции i , шт.;

P_i — величина штрафа за дефицит номенклатурной позиции i , руб.;

ε_i — допустимый профицит номенклатурной позиции i , шт.;

O_i — величина штрафа за дефицит номенклатурной позиции i , руб.;

U_i — максимально допустимый запас совокупности номенклатурной позиции i шт.;

Pl_i — часть площади, занимаемой определенной номенклатурной позицией i м²;

Obs_i — затраты на физическое или информационное обслуживание определенной номенклатурной позиции i , руб.;

$E_{str i}$ — затраты на страхование, обеспечение безопасности и предотвращение потерь по определенной номенклатурной позиции i , руб.;

$E_{izn\ i}$ — затраты, связанные с порчей, физическим износом, моральным устареванием или списанием определенной номенклатурной позиции i , руб.;

Результатами работы модели являются: размер оптимальной партии для каждой номенклатурной позиции i ; размер страхового запаса; построение графика заказов; величина иммобилизованного в сверхнормативных запасах капитала и величина упущенного дохода; минимальный размер расходов на организацию работы склада после расчета сверхнормативных запасов.

Проведенные расчеты показывают, что использование экономико-математической модели управления материальными запасами в сложившейся системе управления позволяет определить присутствие сверхнормативных запасов, приводящих к иммобилизации оборотного капитала.

Доля материальных запасов в структуре оборотных активов снизилась на 10%, что свидетельствует о снижении уровня иммобилизации средств и более рациональном распределении оборотных активов.

Коэффициент оборачиваемости материальных запасов увеличился на 11%, что свидетельствует о более эффективном использовании материальных ресурсов, сокращении времени их нахождения в запасах и снижении уровня их избыточного накопления.

В настоящее время размер потерь, рассчитанных как процент от капитала в сверхлимитных запасах с учетом депозитной ставки, составляет 6931 тыс. руб. Данный показатель отражает величину упущенной выгоды, которое предприятие могло бы потенциально получить при вовлечении высвобождаемых средств в оборот.

Размер расходов на организацию работы склада после расчета сверхнормативных запасов составляет 3562 тыс. руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение модели обеспечивает рациональное управление запасами и достижение целей организации по сокраще-

нию совокупных затрат на поддержание необходимого уровня материальных запасов. Реализация модели способствует цифровизации процессов управления складскими запасами и улучшению экономических показателей деятельности предприятия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Булатникова П. А., Радаев А. Е. Модель обоснования характеристик системы управления запасами материальных ресурсов с учетом различных категорий рисков // *п-Есопому*. — 2025. — Т. 18. — № . 4. — С. 140–157.
2. Фаскиев Р. С. и др. Модель оптимизации затрат на материально-техническое обеспечение автотранспортного предприятия // *Интеллект. Инновации. Инвестиции*. — 2024. — № . 6. — С. 122–131.
3. Майзлиш А. В., Волинский В. Ю. Алгоритм оперативного управления запасами материальных ресурсов производственных предприятий на основе ячеечной модели // *Экономический анализ: теория и практика*. — 2014. — № . 42 (393). — С. 22–34.

1.17 ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Марушкина Анна Александровна,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 240740@edu.fa.ru

Павлюченко Евгения Анатольевна,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 240744@edu.fa.ru

Научный руководитель:
Орлова Нина Геннадьевна,
Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, ngorlova@fa.ru

Статья посвящена роли интеллектуального анализа данных в цифровой трансформации российской промышленности. В условиях технологической модернизации и импортозамещения отечественные предприятия выстраивают цифровую среду в принципиально иных условиях, нежели ведущие индустриальные экономики. Цель исследования — выявить ключевые направления применения интеллектуального анализа данных, оценить барьеры его внедрения и определить роль государственной политики в преодолении технологических ограничений. Установлено, что технологии искусственного интеллекта, предиктивной аналитики и цифровых двойников постепенно проникают в операционное управление, однако их распространение остаётся неравномерным. Ключевые барьеры — износ производственной базы, дефицит кадров и зависимость от импортного оборудования. Переход от пилотных проектов к системному внедрению требует комплексных усилий.

Ключевые слова: интеллектуальный анализ данных; цифровая трансформация промышленности; искусственный интеллект; предиктивная аналитика; импортозамещение; Industry 4.0; операционное управление.

ВВЕДЕНИЕ

Цифровая трансформация промышленности формирует принципиально новые механизмы управления производственными процессами. В центре этих изменений — интеллектуальный анализ данных: совокупность методов и инструментов, позволяющих извлекать управленческую ценность из массивов производственной информации. Технологии больших данных, искусственного интеллекта и цифровых двойников становятся несущими элементами концепции Industry 4.0, открывая предприятиям возможность перейти от реактивного к проактивному управлению: прогнозировать отказы оборудования, оптимизировать цепочки поставок и повышать энергоэффективность.

Для российской промышленности этот процесс разворачивается в условиях двойной нагрузки: предприятиям необходи-

мо одновременно обновлять изношенную производственную базу и осваивать цифровые инструменты. В отличие от ведущих индустриальных стран, где интеллектуальная надстройка возникает над уже обновлённой инфраструктурой, российские предприятия реализуют оба уровня параллельно, что существенно усложняет задачу и делает вопрос о реальных возможностях и барьерах внедрения интеллектуального анализа данных центральным для настоящего исследования.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Инструментарий цифровой трансформации охватывает широкий спектр технологий, среди которых особое место занимают средства анализа и интерпретации данных.

Таблица 1. Основные технологии интеллектуального анализа данных в промышленности

Технология	Применение в производстве
Анализ больших данных	Обработка производственной информации, прогнозирование и оптимизация процессов
Искусственный интеллект	Предиктивное обслуживание оборудования, контроль качества, управление роботами
Цифровые двойники	Виртуальное моделирование оборудования и производственных систем
Промышленный IoT	Сбор данных с датчиков в режиме реального времени
MES/ERP	Управление производственными и ресурсными процессами

Источник: составлено авторами по материалам [1; 9; 11]

В таблице 1 представлена систематизация ключевых технологий на основе данных обеих рассматриваемых работ.

В 2024 году около 35% российских предприятий уже применяли технологии ИИ в промышленной сфере [9]. Диапа-

зон задач — от автоматизации производственных операций и компьютерного зрения в контроле качества до предиктивного обслуживания оборудования на основе данных датчиков и оптимизации цепочек поставок.

Эффективный анализ производственных данных требует соответствующей материально-технической основы: современного оборудования, способного обеспечивать сбор и передачу данных в режиме реального времени. По данным Росстата, износ основных фондов превышает 47–53%, что ограничивает возможности быстрого перехода к интеллектуальным производственным системам [2].

Особенно остро эта проблема проявляется в станкостроении. Структура импорта производственного оборудования за период санкционного давления кардинально изменилась (таблица 2).

Таблица 2. Объём импорта производственного оборудования в Россию за 2019–2024 (отдельные страны), долл. США

Страна	Динамика
Китай	+193%
Турция	+263%
Индия	+379%
Германия	-86%
Япония	-96%
США	-99%

Источник: составлено авторами по данным UN Comtrade [3]

Параллельно с этим наблюдается устойчивый рост внутреннего производства: продажи металлообрабатывающих станков выросли с 21 до 65 тыс. штук за 2020–2023 годы, однако в 2024 году снизились до 59 тыс. штук, что свидетельствует о частичном насыщении рынка [5].

Структура инвестиций предприятий подтверждает приоритет физической модернизации перед цифровой: в 2023 году около 62% инвестиций приходилось на машины и оборудование, тогда как на программное обеспечение и ИТ — лишь около 11%, на НИОКР — около 14% [7].

Санкционное давление, вопреки ожиданиям, ускорило развитие отечественной ИТ-отрасли: рынок российского программного обеспечения по итогам 2025 года достиг 1,49 трлн рублей (+23% к предыдущему году) [8]. Показательным примером служит внедрение цифровых платформ ТОиР, в частности, ServiceVizor объединяет промышленный IoT, дополненную реальность и цифровые двойники для мониторинга состояния станков в реальном времени, обеспечивая переход от аварийного к предиктивному обслуживанию даже на устаревшем оборудовании [6].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Интеллектуальный анализ данных становится ключевым вектором повышения операционной эффективности российской промышленности. Однако его масштабное применение сдерживается рядом взаимосвязанных факторов: высоким износом производственной базы, зависимостью от импортного оборудования (прежде всего китайского, не всегда пригодного для цифровой интеграции), дефицитом специалистов в области ИИ и аналитики данных, а также отсутствием у большинства предприятий стратегий цифровизации.

Принципиальная особенность российской ситуации состоит в том, что три уровня технологических преобразований — обновление материально-технической базы, внедрение программных систем и освоение интеллектуальных инструментов — реализуются параллельно, а не последовательно. Это создаёт дополнительную нагрузку, но одновременно открывает возможность опережающего внедрения комплексных цифровых решений, минуя промежуточные стадии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Национальный проект «Средства производства и автоматизации». — Текст: электронный // Правительство Российской Федерации: [сайт]. — URL: <http://government.ru/rugovclassifier/928/about/> (дата обращения: 08.04.2026).
2. Промышленное производство в России. 2025: статистический сборник / Федеральная служба государственной статистики. — Москва: Росстат, 2025. — 259 с. — Текст: электронный. — URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Prom_2025.pdf (дата обращения: 08.04.2026).
3. ООН. База данных международной торговли UN Comtrade (Comtrade+). — Текст: электронный. — URL: <https://comtradeplus.un.org> (дата обращения: 08.04.2026).
4. Лола И. С. Тенденции импортозамещения в промышленности в 2023–2024 гг.: информационный обзор / И. С. Лола; НИУ ВШЭ. — Москва, 2024. — 8 с. — Текст: электронный. — URL: https://www.hse.ru/data/2024/04/22/2134019726/Digital_industru_2Q2024.pdf (дата обращения: 08.04.2026).
5. Станки (рынок России) // TAdviser: портал о цифровой трансформации. — Текст: электронный. — URL: <https://www.tadviser.ru/a/874218> (дата обращения: 09.04.2026).
6. Толстых Л. П., Гора С. М., Медведев Н. К., Медведев В. К. Переход к современному методу ТОиР в условиях кризиса // МЦД — Моделирование и цифровые двойники. — 30 мая 2024. — Текст: электронный. — URL: <https://digitaltwin.ru/articles/transition-to-a-modern-mro-method-in-times-of-crisis/> (дата обращения: 09.04.2026).
7. Карлова Н. Инвестиционная активность в промышленности в 2023 году: результаты опроса предприятий: аналитическая записка / Н. Карлова, Е. Пузанова; Банк России. — Москва, 2024. — 26 с. — Текст: электронный. — URL: https://www.cbr.ru/Content/Document/File/158056/analytic_note_20240109_dip.pdf (дата обращения: 09.04.2026).
8. ПО (рынок России). — Текст: электронный // TAdviser: [сайт]. —

- URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья: ПО_\(рынок_России\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья: ПО_(рынок_России)) (дата обращения: 09.04.2026).
9. Внедрение AI в промышленное производство: от предиктивного обслуживания до контроля качества. — Текст: электронный // SberPro: [сайт]. — URL: <https://sber.pro/publication/vnedrenie-ai-v-promishlennoe-proizvodstvo-ot-prediktivnogo-obsluzhivaniya-do-kontrolya-kachestva/> (дата обращения: 09.04.2026).
 10. Индикаторы цифровой экономики: 2025: статистический сборник / В. Л. Абашкин, Г. И. Абдрахманова, К. О. Вишневский [и др.]; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — Москва: ИСИЭЗ ВШЭ, 2025. — 296 с. — Текст: электронный. — URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/1026726402.pdf> (дата обращения: 09.04.2026).
 11. Аналитический отчёт по внедрению решений в области искусственного интеллекта в отраслях промышленности / Федеральный центр прикладного развития искусственного интеллекта. — 2024. — Текст: электронный. — URL: <https://ai.radensa.ru/archives/1658> (дата обращения: 09.04.2026).

1.18 ПРИМЕНЕНИЕ ОТРАСЛЕВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДЛЯ КОРРЕКТИРОВКИ ОЦЕНКИ КРЕДИТНОГО РИСКА

Сотников Даниил Сергеевич,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 226462@edu.fa.ru

Вакуленко Борис Александрович,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 226374@edu.fa.ru

Научный руководитель:
Журавлева Ольга Викторовна,
Кандидат технических наук, доцент Кафедры экономической теории, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, olvzhuravleva@fa.ru

В условиях современной конкуренции между коммерческими банками все важнее становится умение проводить качественный кредитный анализ предприятий. Для достижения данной цели проводится профессиональная переоценка активов заемщика (включая залоговые), изучение платежной дисциплины, волатильности доходов и других факторов. Актуальность темы подтверждается тем, что годовой прирост корпоративного кредитного портфеля в 2025 году оказался ниже предыдущего несмотря на снижение ключевой ставки. Частично это объясняется притоком бюджетных средств, однако основной причиной остается сложность кредитования реального бизнеса. Исследователями отмечена значительная диспропорция уровня просроченной задолженности по отраслям, что свидетельствует о неравномерном распределении кредитного риска.

Ключевые слова: анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятия, кредитный риск, просроченная задолженность, прототип программы определения отраслевых коэффициентов

ВВЕДЕНИЕ

Цель исследования — разработка отраслевых коэффициентов для корректировки оценки кредитного риска с использованием пятифакторной модели Альтмана на примере отраслей строительства и нефтегазового комплекса.

В результате анализа финансовой отчетности компаний двух отраслей за 2020–2024 гг. (данные СПАРК-Интерфакс) рассчитаны средние значения девяти ключевых показателей. Определены оптимальные (средние для устойчивых компаний) значения Z-счета пятифакторной модели Альтмана: 2,4600 — для отрасли строительства и 5,5457 — для нефтегазовой отрасли. Разработан прототип десктопного приложения на языке Python, которое автоматически применяет отраслевые коэффициенты в скоринговой программе банка. Внедрение такого механизма позволит дифференцировать условия кредитования по отраслям, снизить риски в высокорискованных сегментах,

повысить одобрение заявок компаний из менее рискованных отраслей и улучшить качество кредитного портфеля банков.

В условиях современной конкуренции между коммерческими банками все важнее становится умение проводить кредитный анализ предприятий. Для достижения данной цели проводится как профессиональная переоценка активов в собственности заемщика (включая переданные в залог), изучение платежной дисциплины, волатильности доходов и т.п.

Отметим актуальность данной темы фактом того, что годовой прирост корпоративных кредитов в данном году стал меньше, чем в предыдущем несмотря на то, что ключевая ставка была снижена. Частично текущую ситуацию можно объяснить притоком бюджетных средств, однако данный приток произошёл по причине сложности кредитования бизнеса. Нашими коллегами-исследователями была отмечена диспропорция просроченной задолженности в различных отраслях, что говорит о неравномерном распределении кредитного риска в различных бизнес-сегментах.

Поэтому, чтобы правильно трактовать полученную информацию, банку стоит совершенствовать методику кредитного анализа и, в частности, дифференцировать оценку компаний из разных отраслей. Для эффективной оценки кредитных рисков с использованием вычислительной техники и скоринговых программ актуально наличие «отраслевых коэффициентов» — значений, на которые корректируются известные финансовые показатели (коэффициент автономии, рентабельность активов, коэффициенты ликвидности и др.). Именно с их помощью можно объективно сопоставить риски при кредитовании компаний из разных отраслей.

В основу данного исследования положена гипотеза о том, что кредитование компаний из разных отраслей на равных условиях нецелесообразно и будет приводить к неэффективной структуре кредитного портфеля.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Для анализа были выбраны две отрасли российской экономики: строительство и нефтегазовый комплекс. Выбор обуслов-

лен существенными различиями в структуре активов, капитала, обязательств и выручки компаний этих секторов. По данным аналитической системы СПАРК-Интерфакс были сформированы выборки крупнейших компаний Российской Федерации, по которым имелась доступная бухгалтерская отчетность за весь период 2020–2024 гг. и которые сохраняли статус действующих организаций на протяжении указанного периода.

В качестве методической основы использована пятифакторная модель Альтмана:

$$Z = 1,2X_1 + 1,4X_2 + 3,3X_3 + 0,6X_4 + 1,0X_5,$$

где X_1 — отношение рабочего капитала к активам, X_2 — отношение нераспределенной прибыли к активам, X_3 — отношение прибыли до уплаты процентов и налогов к активам; X_4 — отношение собственного капитала к совокупным обязательствам; X_5 — отношение выручки к активам.

При адаптации модели к данным российской бухгалтерской отчетности рабочий капитал определяется как разность между оборотными активами и краткосрочными обязательствами, показатель прибыли до уплаты процентов и налогов как сумма прибыли до налогообложения и расходов по уплате процентов, собственный капитал как капитал и резервы, совокупные обязательства является суммой долгосрочных и краткосрочных обязательств.

Методика расчета включает три этапа. На первом этапе формировались отраслевые выборки компаний. На втором этапе по данным отчетности за 2020–2024 гг. рассчитывались средние значения ключевых финансовых показателей. На третьем — проводились расчёты отраслевых коэффициентов.

По строительной отрасли были рассчитаны следующие средние показатели. Оборотные активы — 78 498 371 400 руб., активы всего — 89 022 173 225 руб., нераспределенная прибыль — 6 156 656 600 руб., капитал и резервы — 8 392 612 175 руб., долгосрочные обязательства — 8 527 715 300 руб., краткосрочные обязательства — 72 101 845 725 руб., выручка — 89 304 628 825 руб., прибыль до налогообложения — 5 305 905 900 руб., оплата про-

центов — 1 153 354 650 руб. Подстановка указанных значений в пятифакторную модель Альтмана позволила получить эталонное значение Z-счета 2,4600.

По нефтегазовой отрасли аналогичные расчеты дали следующие средние значения: оборотные активы — 7 966 861 225 руб., активы всего — 12 827 103 150 руб., нераспределенная прибыль — минус 1 846 332 225 руб., капитал и резервы — 4 444 821 900 руб., долгосрочные обязательства — 1 021 103 300 руб., краткосрочные обязательства — 7 361 177 950 руб., выручка — 54 906 437 125 руб., прибыль до налогообложения — 1 368 795 300 руб., оплата процентов — 198 676 000 руб. Итоговое эталонное значение Z-счета составило 5,5457.

Сопоставление результатов показывает, что усредненный финансовый профиль компаний строительной и нефтегазовой отраслей различается. Это подтверждает, что применение единых ориентиров для интерпретации результатов Z-счета без учета отраслевой принадлежности заемщика снижает точность анализа. Для практического использования результатов был разработан прототип десктопного приложения на языке Python. Программа позволяет выбрать отрасль заемщика и автоматически применить соответствующий отраслевой коэффициент при расчете итогового показателя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования были определены эталонные отраслевые значения Z-счета по пятифакторной модели Альтмана для строительной и нефтегазовой отраслей, составившие 2,4600 и 5,5457 соответственно. Практическая значимость работы заключается в возможности использования рассчитанных коэффициентов в банковских скоринговых системах. Разработанный прототип приложения на языке Python демонстрирует возможность автоматизации такого подхода. Перспективы дальнейших исследований связаны с расширением перечня отраслей, увеличением объема выборки и последующей апробацией метода в банковской практике.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Банк России. Развитие банковского сектора Российской Федерации в 2025 году [Электронный ресурс]. URL: https://cbr.ru/Collection/Collection/File/59690/razv_bs_26_01.pdf (дата обращения: 14.04.2026).
2. Отраслевое кредитование: состояние и перспективы [Электронный ресурс] // CyberLeninka. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otraslevoe-kreditovanie-sostoyanie-i-perspektivy/viewer> (дата обращения: 14.04.2026).
3. СПАРК-Интерфакс: аналитическая система по компаниям РФ [Электронный ресурс]. URL: <https://spark-interfax.ru/> (дата обращения: 14.04.2026).
4. Altman E. I. Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy [Electronic resource] // The Journal of Finance. 1968. Vol. 23, no. 4. P. 589–609. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1540-6261.1968.tb00825.x> (дата обращения: 14.04.2026).
5. Практическое применение модели Альтмана для прогнозирования банкротства предприятий [Электронный ресурс] // Вестник Финансового университета. 2023. № 4. URL: <https://www.fa.ru/> (дата обращения: 14.04.2026).

1.19 ЭКОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ РЕГИОНОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА НА ПРЕДЛОЖЕНИЕ НА РЫНКЕ ЖИЛЬЯ

Федоров Денис Максимович,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 241967@edu.fa.ru
Леонова Елена Александровна,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 241976@edu.fa.ru
Научный руководитель:
Михалева Мария Юрьевна,

Кандидат экономических наук, доцент Кафедры моделирования и системного анализа, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, mmikhaleva@fa.ru

Проводится эконометрический анализ влияния макроэкономических факторов социального и экономического развития на формирование объема предложения и спроса на рынке жилья в 11 регионах Дальневосточного федерального округа (здесь и далее — ДФО). В ходе работы была получена модель в логарифмической спецификации, оценивающая влияние численности экономически активного населения и инвестиционной активности на объем ввода жилья на рынок в регионах ДФО. Также были оценены аддитивные линейные модели с распределёнными лагами, характеризующие зависимость индексов цен на первичном и вторичном рынках жилья от лаговых значений показателей предложения.

Ключевые слова: предложение на рынке жилья; спрос на рынке жилья; эконометрика; модели, построенные на панельных данных; построение и оценка моделей

ВВЕДЕНИЕ

Ставя перед собой задачу моделирования и прогнозирования предложения и спроса на рынке жилья, мы в дальнейших исследованиях будем исходить из следующих рассуждений. Во-первых, логично предположить, что предложение может быть объяснено факторами, описывающими некий объемом инвестиций, которым располагают продавцы на этом рынке, и численностью экономически активного населения. Также предположим, что спрос на рынке жилья может быть объяснен факторами предложения за предыдущие годы. Действительно, активный ввод жилья на рынок положительно влияет на цены на жилье в будущем.

Таким образом сформируем тезисы:

Объем инвестиций и численность экономически активного населения положительно влияет на предложение на рынке жилья.

Предложение на рынке жилья положительно влияет на цены жилья в будущем.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Исследование основывается на эконометрическом анализе панельных макроэкономических региональных данных, предоставленных Восточным Центром Государственного планирования. В них представлены данные по различным макроэкономическим факторам на протяжении 2010–2025 годов по 11 регионам ДФО: Республика Бурятия, Республика Саха (Якутия), Забайкальский край, Камчатский край, Приморский край, Хабаровский край, Амурская область, Магаданская область, Сахалинская область, Еврейская автономная область и Чукотский автономный округ. Таким образом они хорошо интерпретируются как 11 панелей (объектов).

Для анализа использованы следующие факторы:

S_{it} (тыс. кв. м.) — ввод общей площади жилых помещений всех жилых единиц (комнат, квартир, домов), введенных как в результате нового строительства, так и в результате реконструкции или расширения существующей жилой площади за t -ый год в i -ом регионе.

D_{it} (тыс. человек) — численность постоянного населения в среднем за t -ый год в i -ом регионе.

I_{it} (в млрд рублей) — объем инвестиций в основной капитал за t -ый год в i -ом регионе.

P'_{it} — индекс цен на первичном рынке жилья для всех видов квартир.

P''_{it} — индекс цен на вторичном рынке жилья для всех видов квартир.

Для исследования использованы данные с 2010 по 2023, так как в них нет пропусков в значениях интересующих нас переменных.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Логарифмическая модель зависимости предложения от численности экономически активного населения и объема инвестиций.

В данной модели мы исследуем эластичность эндогенной переменной.

Модель с фиксированными эффектами.

Оценка модели с фиксированными эффектами.

$$\ln(S)_{it} = \beta_1 \cdot \ln(D)_{it} + \beta_2 \cdot \ln(I)_{it} + d_1 \cdot r_1 + d_2 \cdot r_2 + d_3 \cdot r_3 + d_4 \cdot r_4 + d_5 \cdot r_5 + d_6 \cdot r_6 + d_7 \cdot r_7 + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

где:

r_1 — фиктивная переменная, отвечающая за Камчатский край

r_2 — фиктивная переменная, отвечающая за Магаданскую область

r_3 — фиктивная переменная, отвечающая за Приморский край

r_4 — фиктивная переменная, отвечающая за Республику Бурятию

r_5 — фиктивная переменная, отвечающая за Республику Саха (Якутию)

r_6 — фиктивная переменная, отвечающая за Сахалинскую область

r_7 — фиктивная переменная, отвечающая за Чукотский автономный округ

$$\ln(S_{it}) = \underbrace{0.6254}_{0.0376} \cdot \ln(D_{it}) + \underbrace{0.2531}_{0.0529} \cdot \ln(I_{it}) - \underbrace{0.3511}_{0.1149} \cdot r_1 - \underbrace{1.6762}_{0.1136} \cdot r_2 + \underbrace{0.4013}_{0.1212} \cdot r_3 + \underbrace{0.4562}_{0.1260} \cdot r_4 + \underbrace{0.4685}_{0.1279} \cdot r_5 + \underbrace{0.5755}_{0.1295} \cdot r_6 - \underbrace{2.6104}_{0.1104} \cdot r_7 + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Модель значима при любом разумном уровне значимости.
 $R^2 = 0.994$

Линейная модель зависимости индекса цен на первичном рынке жилья от предложения с распределенными лагами.

Для данной модели были использованы данные по 8-ми регионам: Республика Бурятия, Республика Саха (Якутия), Забайкальский край, Камчатский край, Приморский край, Хабаровский край, Амурская область и Сахалинская область. По другим регионам не хватает данных по интересующим нас показателям.

Модель объединенной регрессии

Оценка модели объединенной регрессии.

$$P'_{it} = \beta_1 \cdot S_{i,t-1} + \beta_2 \cdot S_{i,t-3} + \beta_3 \cdot S_{i,t-5} + \varepsilon_{it}$$

Проведя оценку данной модели методом МНК получаем следующие значения коэффициентов и стандартных отклонений.

$$P'_{it} = \underbrace{0.3256}_{0.088} \cdot S_{i,t-1} + \underbrace{0.3604}_{0.083} \cdot S_{i,t-3} + \underbrace{0.3136}_{0.088} \cdot S_{i,t-5} + \varepsilon_{it}$$

Модель значима при любом разумном уровне значимости.
 $R^2 = 0.992$

Линейная модель зависимости индекса цен на вторичном рынке жилья от предложения с распределенными лагами.

Для данной модели были использованы данные по 8-ми регионам: Республика Бурятия, Республика Саха (Якутия), Забайкальский край, Камчатский край, Приморский край, Хабаровский край, Амурская область, Магаданская область, Сахалинская область и Еврейская автономная область. По другим регионам не хватает данных по интересующим нас показателям.

Модель с фиксированными эффектами.

Оценка модели с фиксированными эффектами.

В расчетах Амурская область принята за базовый регион.

$$P''_{it} = \beta_1 \cdot S_{i,t-2} + \beta_2 \cdot S_{i,t-3} + \beta_3 \cdot S_{i,t-4} + d_1 \cdot r_1 + \varepsilon_{it}$$

Где:

r_1 — фиктивная переменная, ответственная за Камчатский край.

Проведя оценку данной модели методом МНК получаем следующие значения коэффициентов и стандартных отклонений.

$$P''_{it} = \underbrace{0.2963}_{0.077} \cdot S_{i,t-2} + \underbrace{0.4509}_{0.076} \cdot S_{i,t-3} + \underbrace{0.2582}_{0.077} \cdot S_{i,t-4} - \underbrace{6.0795}_{2.385} \cdot r_1 + \varepsilon_{it}$$

Модель значима при любом разумном уровне значимости.
 $R^2 = 0.995$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на основе полученных регрессионных моделей можно сделать следующие выводы, подтверждающие изначальные тезисы.

Действительно, объем инвестиций и численность эконо-

мически активного населения положительно влияет на объем предложения на рынке жилья.

Действительно, спрос на рынке жилья может быть объяснен объемами предложения в предыдущие годы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Математические методы анализа факторов спроса и предложения и их вклад в динамику цен на жилье. [электронный ресурс], URL — <https://qje.su/ru/nauka/article/104193/view> (дата обращения — 12.04.2026)
2. Детерминанты доступности жилья в удаленных субъектах России. [электронный ресурс], URL — <https://cyberleninka.ru/article/n/determinanty-dostupnosti-zhilya-v-udalennyh-subektah-rossii> (дата обращения — 12.04.2026)
3. Оценка текущего состояния и перспектив развития жилищного строительства Дальневосточного федерального округа Российской Федерации. [электронный ресурс], URL — https://vostokgosplan.ru/wp-content/uploads/elibrary_64164479_48771798-1.pdf (дата обращения — 12.04.2026)
4. Методика измерения доступности жилья. [электронный ресурс], URL — <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-izmereniya-dostupnosti-zhilya> (дата обращения — 12.04.2026)
5. Новая методика оценки доступности жилья для населения. [электронный ресурс], URL — <http://www.realtymarket.org/metodi-eskie-materiali/sternik-g-m-sternik-s-g-apalkov-a-a-novaya-metodika-ocenki-dostupnosti-jilya-dlya-naseleniya-urbanistika-i-rinok-nedvijimosti-2014-2-s-31-49.html> (дата обращения — 12.04.2026)
6. Доступность жилья в России и за рубежом. [электронный ресурс], URL — <https://www.vopreco.ru/jour/article/view/2310> (дата обращения — 12.04.2026)
7. Об оценке доступности жилья в России. [электронный ресурс], URL — <https://www.vopreco.ru/jour/article/view/1629> (дата обращения — 12.04.2026)

СЕКЦИЯ 2.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ И СЛОЖНЫЕ ПРИКЛАДНЫЕ СИСТЕМЫ

Работа секции 2 была организована Кафедрой математики и анализа данных Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета. Заведующий Кафедрой математики и анализа данных доктор экономических наук Михайлова С. С.

2.1 КОСМИЧЕСКИЙ ВЗГЛЯД СКВОЗЬ ШУМ: КОМПЛЕКСНАЯ ОЧИСТКА И СГЛАЖИВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Бабенко Владислав Александрович,
Студент бакалавриата, Финансовый Университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 251546@edu.fa.ru

Капская Александра Михайловна,
Студент бакалавриата, Финансовый Университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 241956@edu.fa.ru

Фонин Михаил Андреевич,
Студент бакалавриата, Финансовый Университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 253371@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Чернышенко Всеволод Сергеевич,

Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры

математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, VSChernyshenko@fa.ru

В работе рассматривается комплексный подход к получению, обработке и анализу временных рядов вегетационных индексов ARVI (Atmospherically Resistant Vegetation Index) и NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) на основе многоспектральных спутниковых данных Sentinel-2 и Landsat-9. Разработан конвейер, включающий автоматизированную выгрузку данных через платформу Google Earth Engine, расчёт индексов по спектральным каналам, обнаружение и исправление аномалий с применением модели Prophet и скользящего стандартного отклонения, а также итеративное сглаживание методом «верхней огибающей» (Upper Envelope). Предложенный подход позволяет формировать очищенный и сглаженный временной ряд, точнее отражающий сезонную динамику растительного покрова и пригодный для задач мониторинга вегетации, в том числе в контексте оценки последствий природных пожаров.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, вегетационный индекс, NDVI, ARVI, временной ряд, сглаживание, Google Earth Engine, обнаружение аномалий

ВВЕДЕНИЕ

Мониторинг состояния растительного покрова с использованием данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) является актуальной задачей в области экологии, сельского хозяйства и управления природными ресурсами. Многоспектральные спутниковые миссии — Sentinel-2 (ESA) и Landsat-9 (USGS/NASA) — обеспечивают регулярное глобальное покрытие поверхности Земли с высоким пространственным разрешением и доступны для исследователей через облачную платформу Google Earth Engine (GEE) [1, 2].

Несмотря на широкие возможности спутниковых данных, их практическое использование сопряжено с рядом сложностей: наличием пропусков из-за облачности, шумами измерений, сезонными «зимними» артефактами, а также необходимостью

выбора оптимального алгоритма сглаживания для выделения биологически значимого сигнала. Особую роль здесь играет выбор вегетационного индекса: если NDVI широко применяется для оценки состояния растительности, то ARVI дополнительно корректирует влияние атмосферного рассеяния за счёт использования синего канала, что делает его предпочтительным при работе с задымлёнными территориями (в частности, в зонах лесных пожаров) [3].

Целью настоящего исследования является разработка и апробация алгоритма формирования, очистки и сглаживания временных рядов вегетационных индексов, обеспечивающего устойчивое отображение сезонной динамики растительности по данным спутниковых наблюдений.

ИССЛЕДОВАНИЕ

1. Сбор и предобработка спутниковых данных

Данные получались автоматически из коллекций Sentinel-2 L2A и Landsat-9 через Google Earth Engine с применением фильтрации по дате и заданным географическим координатам. Для каждого снимка рассчитывались значения спектральных каналов (NIR, RED, BLUE) и формировался CSV-файл временного ряда. В случае нескольких снимков в сутки выполнялась дневная агрегация по медиане.

Параллельно был реализован инструмент автоматизированной выгрузки климатических данных ERA5 (температура, осадки) для совместного анализа со спутниковыми сериями. Выгрузка метеоданных синхронизировалась с датами спутниковых наблюдений, что позволяет использовать их в качестве ковариатов при моделировании [4].

2. Расчёт вегетационных индексов

Индекс NDVI рассчитывался по стандартной формуле: $NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$. Для расчёта ARVI применялась формула: $ARVI = (NIR - (2 \cdot RED - BLUE)) / (NIR + (2 \cdot RED - BLUE))$, что позволяет частично компенсировать влияние аэрозолей и дыма на значения индекса [3]. Зимние значения (декабрь–

февраль) обнулялись для устранения ложных артефактов в период отсутствия активной вегетации.

3. Обнаружение и исправление аномалий

Для выявления аномальных значений в ряду использовался двухэтапный подход. На первом этапе строилась прогнозная кривая с помощью аддитивной модели временного ряда Prophet [5], обеспечивающей учёт тренда и сезонной составляющей. На втором этапе в скользящем окне рассчитывалось стандартное отклонение остатков, и точки, выходящие за динамические границы (прогноз $\pm k \cdot \sigma$), идентифицировались как выбросы и заменялись значением границы — что сохраняло монотонность ряда и не создавало резких разрывов.

4. Сглаживание методом верхней огибающей

Ключевым вкладом исследования является адаптация метода Upper Envelope (верхняя огибающая) для сглаживания вегетационных временных рядов. В отличие от классического алгоритма Savitzky–Golay, симметрично усредняющего значения в окне, предложенный алгоритм итеративно «подтягивает» кривую к верхним значениям ряда: на каждой итерации точки ниже текущей сглаженной кривой корректируются вверх, что позволяет кривой «огигать» пики вегетации снизу и исключать влияние случайных просадок (облачность, атмосферные помехи) [6].

В результате итогового сглаживания кривая стала выше — точнее отражая биомассу в пиковый период — и более стабильной в межсезонье. Параметры алгоритма (ширина окна, число итераций, коэффициент подтяжки) были откалиброваны на нескольких тестовых точках с известной динамикой растительности.

5. Визуализация и верификация

Для интерактивной визуализации временных рядов разработан модуль на основе GEE, позволяющий строить графики изменения NDVI, RED и NIR для произвольной географической точки. Это обеспечивает оперативную верификацию результатов алгоритма: пользователь может визуально сопоставить ис-

ходный зашумлённый ряд, результат аномалийной фильтрации и итоговую сглаженную кривую [2].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования разработан комплексный алгоритм формирования и обработки временных рядов вегетационных индексов, включающий: (1) автоматизированную выгрузку данных Sentinel-2/Landsat-9 и ERA5 через GEE; (2) расчёт NDVI и ARVI с сезонной нормализацией; (3) детектирование и коррекцию выбросов на основе Prophet и скользящего σ ; (4) итеративное сглаживание методом верхней огибающей.

Предложенный подход обеспечивает формирование очищенного временного ряда, устойчивого к атмосферным помехам и облачным артефактам. Сглаженная кривая точнее отражает пиковые значения биомассы и более стабильна в зимний период по сравнению с классическими методами сглаживания. Разработанный инструментарий применим для задач мониторинга вегетации, оценки последствий пожаров и анализа долгосрочных изменений растительного покрова.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Drusch M., Del Bello U., Carlier S. et al. Sentinel-2: ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services // Remote Sensing of Environment. — 2012. — Vol. 120. — P. 25–36.
2. Gorelick N., Hancher M., Dixon M. et al. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone // Remote Sensing of Environment. — 2017. — Vol. 202. — P. 18–27.
3. Kaufman Y.J., Tanré D. Atmospherically resistant vegetation index (ARVI) for EOS-MODIS // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. — 1992. — Vol. 30, № 2. — P. 261–270.
4. Hersbach H., Bell B., Berrisford P. et al. The ERA5 global reanalysis // Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. — 2020. — Vol. 146, № 730. — P. 1999–2049.
5. Taylor S.J., Letham B. Forecasting at Scale // The American Statistician. — 2018. — Vol. 72, № 1. — P. 37–45.

6. Chen J., Jönsson P., Tamura M. et al. A simple method for reconstructing a high-quality NDVI time-series data set based on the Savitzky–Golay filter // Remote Sensing of Environment. — 2004. — Vol. 91, № 3–4. — P. 332–344.
7. Rouse J.W., Haas R. H., Schell J. A., Deering D. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS [Electronic resource]. URL: <https://ntrs.nasa.gov/citations/19740022614> (дата обращения: 20.03.2026).

2.2 АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ИНДЕКСА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ (FWI) НА ОСНОВЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ERA5

Савельев Марк Андреевич,

Студент бакалавриата, Финансовый Университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 251507@edu.fa.ru

Егоров Артём Евгеньевич,

Студент бакалавриата, Финансовый Университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 251502@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Чернышенко Всеволод Сергеевич,

Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, VSChernyshenko@fa.ru

В исследовании рассматривается проблема автоматизированной оценки пожарной опасности лесных территорий. Актуальность работы обусловлена необходимостью своевременного предотвращения лесных пожаров. Целью исследования является алгоритмизация математической модели канадского индекса пожарной погоды (FWI) и программная реализация его расчета. В результате разработана программа на языке Python, позволяющая обрабатывать массивы климатических данных базы ERA5, рассчитывать субиндексы распространения огня и визуализировать зоны риска. Предложенный подход позволяет оперативно выявлять очаги критической опасности и мо-

жет быть использован профильными службами мониторинга.

Ключевые слова: индекс пожарной опасности, FWI, лесные пожары, метеорологические данные, ERA5, Python, метеорологический мониторинг, анализ данных.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема лесных пожаров остается одной из самых острых экологических угроз современности. Скорость и масштаб распространения огня напрямую зависят от погодных условий и состояния горючих материалов. Для количественной оценки риска в мировой практике активно применяется система Fire Weather Index (FWI).

Автоматизация расчета FWI позволяет обрабатывать огромные массивы данных в реальном времени, что критически важно для принятия решений. Целью данной работы является разработка программного алгоритма для парсинга метеоданных ERA5 и итеративного расчета компонентов FWI с использованием современных подходов к анализу данных и открытых программных решений.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Расчет индекса FWI базируется на метеорологических параметрах: температуре воздуха, относительной влажности, скорости ветра и осадках. В таблице 1 представлены ключевые компоненты системы.

Математическая модель расчета включает вычисление индекса начального распространения (ISI), зависящего от ветра и влажности поверхности. Формула ISI:

$$ISI = 0.208 * f(V) * f(F)$$

Где компонент ветра $f(V) = e^{(0.05039 * V)}$, а компонент влажности $f(F)$ рассчитывается через вспомогательную переменную $m = (147.27 * (101 - FPMC)) / (59.5 + FPMC)$.

Индекс накопления горючего материала (BUI) определяется на основе влажности слоев DMC и DC. Для этого используются условия:

**Таблица 1. Компоненты системы индексов
пожарной опасности**

Индекс	Что показывает	Аргументы	Источник
FFMC	Влажность травы		ERA5
DMC	Влажность перегноя		ERA5
DC	Засуху		ERA5
ISI	Скорость огня	FFMC, V	ERA5+расчёты
BUI	Запас топлива	DMC, DC	расчёты
FWI	Итоговая опасность	ISI, BUI	расчёты

1) Если $DMC \leq 0.4 * DC$: $BUI = (0.8 * DMC * DC) / (DMC + 0.4 * DC)$

2) Если $DMC > 0.4 * DC$: $BUI = DMC - (1 - (0.8 * DC) / (DMC + 0.4 * DC)) * (0.92 + (0.0114 * DMC)^{1.7})$

Итоговое значение FWI синтезирует показатели ISI и BUI. Интерпретация результатов проводится по стандартной шкале уровней опасности (таблица 2).

Таблица 2. Уровни опасности на основе значения FWI

Значение FWI	Уровень опасности	Что значит?
0–5.2	низкий	пожар практически невозможен
5.2–11	умеренный	пожар возможен, но он будет медленно распространяться
11–21	средний	обычный уровень для лета, легко тушить
21–30	высокий	сильный пожар, тяжело тушить
30–38	очень высокий	скорость распространения огня огромная, требуются авиасилы
>38	экстремальная	огонь остановить практически невозможно

Для реализации алгоритма использовался язык Python. В ходе работы анализировались существующие программные решения для оценки рисков, включая специализированные библиотеки для мониторинга лесных пожаров и методы обработки спутниковых снимков. Программа производит векторизованные вычисления с помощью библиотек `pymru` и `harray`, что позволяет обрабатывать данные сетки ERA5 с высокой скоростью. Результатом работы является CSV-файл с рассчитанными индексами и интерактивная карта пожарной опасности, построенная на базе библиотеки `folium`.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный комплекс позволяет автоматизировать мониторинг пожарной опасности, переводя сырые метеоданные в наглядные индикаторы риска. Интеграция алгоритмов расчета FWI с современными ГИС-инструментами и открытыми библиотеками анализа данных повышает точность прогнозирования и позволяет своевременно принимать меры по защите лесного фонда.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Wildfire susceptibility mapping using ensemble machine learning models [Электронный ресурс], URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574954124000037> (date of access: 05.04.2026)
2. Global wildfire risk assessment under climate change scenarios [Электронный ресурс], URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266597272500337X> (date of access: 05.04.2026)
3. Fire Weather Index-Based Wildfire Risk Assessment [Электронный ресурс], URL: <https://www.mdpi.com/2571-6255/6/5/192> (date of access: 05.04.2026)
4. Wildfire Prediction from Satellite Imagery: GitHub repository [Электронный ресурс], URL: <https://github.com/doguilmak/Wildfire-Prediction-from-Satellite-Imagery> (date of access: 05.04.2026)

5. Pyro-risks: Wildfire risk assessment library [Электронный ресурс], URL: <https://github.com/pyronear/pyro-risks> (date of access: 05.04.2026)
6. Canadian Forest Fire Weather Index (FWI) System: Summary [Электронный ресурс], URL: <https://cwfis.cfs.nrcan.gc.ca/background/summary/fwi> (date of access: 05.04.2026)
7. Natural Resources Canada: Wildland fires FWI [Электронный ресурс], URL: <https://natural-resources.canada.ca/forest-forestry/wildland-fires/canada-fire-weather-index-system> (date of access: 05.04.2026)
8. Buildup Index (BUI): WikiFire [Электронный ресурс], URL: <https://wikifire.wsl.ch/tiki-index8720.html?page=Buildup%2Bindex> (date of access: 05.04.2026)
9. Fire Weather Index System: NWCG Publication PMS 437 [Электронный ресурс], URL: <https://www.nwcg.gov/publications/pms437/cffdrs/fire-weather-index-fwi-system> (date of access: 05.04.2026)

2.3 ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ФОРМУЛЫ-1

Каширский Герман Владимирович,
Студент бакалавриата, МИРЭА — Российский технологический университет, Москва, Россия, kashirskiy.g.v@edu.mirea.ru

Научный руководитель:
Штрекер Евгений Николаевич,
Кандидат технических наук, доцент Кафедры вычислительной техники, МИРЭА — Российский технологический университет, Москва, Россия, Shtreker@mirea.ru

Представляется к рассмотрению задача интеллектуальной поддержки инженера при анализе телеметрических временных рядов гоночного автомобиля. Актуальность работы определяется тем, что современная телеметрия содержит большой

объём взаимосвязанных параметров, а их интерпретация в условиях ограниченного времени требует автоматизации. Цель исследования состоит в разработке системы, выполняющей определение аномальных участков телеметрии, установление вероятной причины отклонения и формирование кратких рекомендаций для инженерного персонала. В качестве источника данных использованы открытые исторические сессии Формулы-1, получаемые через библиотеку FastF1. Предлагаемое решение объединяет предварительную обработку телеметрии, расчёт производных признаков, робастное определение аномалий на основе межквартильного размаха, правило-ориентированную классификацию причин и экспертный агент на базе нечёткой логики. Система реализует два режима работы: пост-анализ круга и псевдо-реальное время на основе эмуляции потока данных. Результатом исследования стала объяснимая программная система, снижающая информационную нагрузку на инженера и переводящая поток телеметрии в структурированные предупреждения и рекомендации.

Ключевые слова: телеметрия, временные ряды, определение аномалий, нечёткая логика, система поддержки принятия решений, Формула-1

ВВЕДЕНИЕ

Рост объёма данных в сложных технических системах приводит к тому, что инженеру гоночной команды всё труднее интерпретировать состояние гоночного болида только по набору графиков и числовых значений. В автоспорте это проявляется особенно заметно: инженер во время сессии должен одновременно отслеживать скорость, обороты двигателя, работу тормозов, положение педалей и динамику автомобиля по дистанции круга [1], [2].

Классические средства анализа телеметрии ориентированы прежде всего на визуализацию. Они дают удобный доступ к данным, однако значительная часть интерпретационной работы остаётся на стороне человека. В результате высокая плотность

событий и ограниченность времени создают риск информационной перегрузки. Следовательно, актуальной является задача создания системы, которая автоматически преобразует телеметрические временные ряды в понятные инженерные сообщения и рекомендации.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Объектом исследования являются процессы анализа технического состояния гоночного автомобиля на основе телеметрических данных. Предмет исследования составляют методы статистического анализа временных рядов, правило-ориентированной классификации и нечёткого вывода, используемые для поддержки инженерных решений. Цель работы — разработка интеллектуальной системы, выполняющей определение аномальных участков телеметрии, установление вероятной причины отклонения и формирование кратких рекомендаций для инженера.

В качестве источника данных выбраны открытые исторические сессии Формулы-1, загружаемые с помощью библиотеки FastF1. Такой выбор позволяет использовать верифицированные телеметрические параметры реальных гоночных заездов и формировать воспроизводимую экспериментальную среду [3].

Логика решения строится по многоуровневой схеме. На первом уровне выполняется предварительная обработка телеметрии: сортировка данных, приведение типов, сглаживание локальных шумов и расчёт производных признаков. Помимо базовых параметров, таких как скорость, обороты двигателя, выбранная передача, положение педалей и состояние DRS, вычисляются показатели, отражающие динамику изменения сигнала: приращение скорости, изменение управляющих воздействий и индекс интенсивности управления.

На втором уровне выполняется определение аномалий. В качестве основного метода выбран межквартильный размах, поскольку он устойчив к единичным выбросам и хорошо подходит для телеметрии, в которой режим движения существенно ме-

няется по дистанции круга. Аномальными считаются участки, на которых характер изменения параметров выходит за рамки ожидаемого локального поведения. Для повышения инженерной полезности близкие точки объединяются в непрерывные сегменты, что позволяет выделять проблемные зоны, а не отдельные срабатывания [4].

На третьем уровне реализована классификация причин выявленных отклонений. В системе используются категории BRAKES, GRIP, THROTTLE, AERO и CHECK, что позволяет различать проблемы торможения, сцепления, нестабильной работы с тягой, аэродинамических эффектов и прочих отклонений. Правило-ориентированный подход выбран потому, что он обеспечивает прозрачность вывода: инженер получает не абстрактную оценку, а содержательную гипотезу о характере проблемы.

Верхний уровень системы представлен экспертным агентом на основе нечёткой логики. Агент агрегирует сведения о доле аномалий, доминирующих причинах и критических сегментах трассы, после чего формирует краткую сводку и рекомендации. Применение нечёткой логики позволяет описывать состояние системы через лингвистические оценки, например «низкий», «средний» или «высокий» уровень выраженности проблемы [5].

Программная реализация выполнена на языке Python. Для обработки данных использованы pandas и NumPy, для визуализации — Plotly, а пользовательский интерфейс построен на Streamlit. Система поддерживает два режима работы. Первый режим предназначен для пост-анализа круга и даёт возможность исследовать распределение аномалий по дистанции и просматривать рекомендации. Второй режим реализует псевдо-реальное время: историческая телеметрия подаётся в систему окнами, что позволяет проверять работоспособность алгоритмов в условиях, приближенных к оперативному мониторингу [6], [7].

Практический результат исследования заключается в том, что телеметрический поток преобразуется в структурированное представление, пригодное для инженерного использования.

Вместо массива слабо связанных графиков специалист получает карту аномальных сегментов, интерпретацию вероятных причин и краткие рекомендации по дальнейшим действиям. Тем самым снижается информационная нагрузка на человека и повышается объяснимость процесса анализа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе предложена интеллектуальная система анализа телеметрических временных рядов, ориентированная на поддержку инженерных решений на примере Формулы-1. Система сочетает предварительную обработку данных, статистическое определение аномалий, правило-ориентированную классификацию причин и экспертный агент на основе нечёткой логики. Важным достоинством разработанного подхода является его интерпретируемость: пользователь получает не только факт отклонения, но и содержательное объяснение его возможной природы.

Полученные результаты показывают, что методы анализа временных рядов и нечёткого вывода могут эффективно использоваться для построения прикладных систем инженерной поддержки, работающих с потоковыми данными. Перспективы развития связаны с расширением словаря причин и адаптацией подхода к другим техническим объектам, функционирующим в условиях высокой динамики и повышенных требований к оперативности решений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. How Data Works in Formula 1 [Электронный ресурс] / Racecar Engineering. URL: <https://www.racecar-engineering.com/articles/how-data-works-in-formula-1/> (дата обращения: 05.04.2026).
2. Tech Explained: Data Acquisition [Электронный ресурс] / Racecar Engineering. URL: <https://www.racecar-engineering.com/tech-explained/tech-explained-data-acquisition/> (дата обращения: 05.04.2026).

3. Документация библиотеки FastF1 [Электронный ресурс] / FastF1 Development Team. URL: <https://docs.fastf1.dev/> (дата обращения: 06.04.2026).
4. Liu Q. Time-Series Anomaly Detection: Overview and New Trends [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vldb.org/pvldb/vol17/p4229-liu.pdf> (дата обращения: 06.04.2026).
5. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. М.: Горячая линия-Телеком, 2007. 288 с.
6. Streamlit Documentation: Building Data Apps [Электронный ресурс] / Streamlit Inc. URL: <https://docs.streamlit.io/> (дата обращения: 08.04.2026).
7. Plotly Python Graphing Library [Электронный ресурс] / Plotly. URL: <https://plotly.com/python/> (дата обращения: 08.04.2026).

2.4 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТОРГОВО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА РОССИИ И КИТАЯ

Зайцева Евгения Константиновна,
*Студент бакалавриата, Финансовый университет при Пра-
вительстве РФ, Москва, Россия, 240824@edu.fa.ru*

Искендеров Амиль Вагифович,
*Студент бакалавриата, Финансовый университет при Пра-
вительстве РФ, Москва, Россия, 245568@edu.fa.ru*

Научный руководитель:
Хрипунова Марина Борисовна,
*Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры
математики и анализа данных, Финансовый университет при
Правительстве РФ, Москва, Россия, mbkhripunova@fa.ru*

Сейчас, когда экономика все больше переходит в цифру, а данных становится все больше, очень нужны новые инстру-
менты для анализа, чтобы понять, как страны торгуют и со-
трудничают друг с другом. Особенно интересно посмотреть на
Россию и Китай. Их торговля постоянно растет, меняется то, чем

они торгуют, и все больше используются цифровые технологии, чтобы управлять этими процессами. В этой работе мы хотим понять, как интеллектуальный анализ данных может помочь изучить сотрудничество России и Китая в торговле и экономике. Наша главная задача — выяснить, насколько хорошо такие методы могут помочь найти главные тренды, причины и особенности их взаимной торговли. Мы посмотрим на методы, которые помогают группировать данные (кластеризация), находить связи (корреляционный анализ), предсказывать будущее (прогнозирование) и замечать что-то необычное в статистике. Оказалось, что с помощью интеллектуального анализа данных можно точнее оценивать экономические процессы, находить неочевидные связи и делать более весомые выводы для анализа и принятия решений в экономике.

Ключевые слова: интеллектуальный анализ данных, Россия, Китай, внешняя торговля, торгово-экономическое сотрудничество, цифровая экономика, большие данные.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях постоянных изменений, торговые и экономические связи России и Китая занимают очень важное место в мировой экономике. Товарооборот между ними растёт, развивается логистика, меняется состав товаров, которые они покупают и продают, и всё больше используются цифровые инструменты в торговле. Всё это говорит о том, что нам нужен более глубокий анализ их взаимодействия. При этом объём данных, описывающих экономические процессы, постоянно увеличивается. Это требует применять новые, современные методы для работы с этими данными.

Почему это исследование важно? Потому что обычные методы анализа торговли обычно просто описывают общие статистические цифры. Но такой подход не всегда позволяет увидеть, какие связи скрыты, где есть перекосы в структуре или какие факторы влияют на изменения торговых потоков. Поэтому интеллектуальный анализ данных становится ключевым ин-

струментом. Он помогает нам не просто описывать ситуацию, а находить закономерности и даже предсказывать, как будет развиваться сотрудничество.

Основная задача этого исследования — понять, как именно интеллектуальный анализ данных может помочь оценить торгово-экономические отношения России и Китая. Чтобы это сделать, нам нужно сначала разобраться, что такое интеллектуальный анализ данных как метод, какие показатели лучше всего подходят для оценки их сотрудничества, и в чём его главные преимущества для международной торговли. Мы будем изучать торгово-экономическое сотрудничество России и Китая, а также рассматривать, какие именно методы интеллектуального анализа данных подходят для обработки и понимания всей информации, связанной с их внешней торговлей.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Интеллектуальный анализ данных — это, по сути, набор способов, с помощью которых можно искать закономерности, связи, странности (аномалии) и неявные структуры в очень больших объёмах информации. Если применять его в экономических исследованиях, можно работать с данными разных типов, находить неочевидные взаимосвязи и тем самым улучшать качество аналитических выводов. В отличие от привычного статистического анализа, интеллектуальный анализ данных не просто проверяет уже существующие предположения, но и помогает обнаруживать совершенно новые закономерности в данных.

Когда мы говорим о российско-китайском торгово-экономическом сотрудничестве, источниками информации могут быть самые разные данные. Это и статистика по экспорту и импорту, и информация о том, какие товары торгуются, и как меняются цены, курсы валют, логистические показатели, а также общие макроэкономические показатели. Если комплексно анализировать такие данные, можно понять не только общий объём товарооборота. Мы можем увидеть, насколько стабиль-

ны торговые связи, насколько они разнообразны, как сильно зависят от внешних факторов и куда можно расти дальше.

Кластерный анализ — один из очень важных методов. Он позволяет объединять товары, временные периоды или направления торговли в группы по схожим признакам. Например, в контексте сотрудничества России и Китая, кластеризацию можно использовать, чтобы выделить группы товаров, которые стабильно растут, или те, что сильно колеблются, или те, что очень зависят от ситуации на мировых рынках. Это помогает понять, какие сегменты двусторонней торговли самые перспективные, а какие — наиболее уязвимые.

Корреляционный анализ тоже играет большую роль. Он даёт возможность понять, есть ли связь между разными экономическими показателями. Например, можно посмотреть, как колебания валют, мировые цены, проблемы с логистикой или изменения во внешней политике влияют на объём и структуру торговли между Россией и Китаем. Такой подход помогает нам глубже понять, почему меняются показатели внешней торговли.

Чтобы оценить будущие перспективы сотрудничества, нужны методы прогнозирования. Они строятся на анализе данных за прошлые периоды и на алгоритмах машинного обучения. Эти методы дают возможность строить разные сценарии развития торговли, выявлять возможные изменения в структуре экспорта и импорта, а также оценивать, насколько стабильны торговые потоки в условиях нестабильности в мире. Прогнозирование особенно актуально сейчас, когда мировая экономика быстро переходит на цифру, а ситуация на международных рынках очень изменчива.

Ещё одно важное направление — это поиск аномалий в торговых данных. Методы интеллектуального анализа данных позволяют находить необычные колебания объёмов поставок, резкие изменения в структуре товаров, странные ценовые параметры и другие отклонения от обычных тенденций. Такие аномалии могут говорить как о временных изменениях на рынке,

так и о более глубоких, структурных сдвигах в экономическом взаимодействии России и Китая.

Стоит отметить, что с помощью интеллектуального анализа данных торгово-экономическое сотрудничество России и Китая можно рассматривать как сложную, постоянно меняющуюся систему. Такой подход позволяет изучать не только сколько товаров было продано, но и более глубокие характеристики взаимодействия: насколько прочны экономические связи, как сильно они зависят от определённых групп товаров, насколько хорошо они приспособляются к внешним ограничениям и есть ли потенциал для дальнейшего разнообразия. Практическая польза такого анализа в том, что его результаты можно использовать, чтобы принимать более взвешенные решения во внешней экономической политике, оценивать перспективы торговли и находить самые важные направления для развития сотрудничества. В условиях цифровой экономики интеллектуальный анализ данных становится ключевым инструментом как для научных исследований, так и для прикладного анализа в международных экономических отношениях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, использование интеллектуального анализа данных представляет собой перспективное направление исследования торгово-экономического сотрудничества России и Китая. Современные методы обработки данных позволяют выявлять закономерности, скрытые взаимосвязи и структурные особенности двусторонней торговли, которые не всегда очевидны при применении традиционного статистического подхода.

В ходе исследования установлено, что наибольшую аналитическую ценность имеют методы кластеризации, корреляционного анализа, прогнозирования и выявления аномалий. Их использование позволяет перейти от формального описания торговых показателей к более глубокой интерпретации экономических процессов и факторов, определяющих развитие российско-китайского сотрудничества.

Практическая значимость исследования состоит в возможности применения его результатов при оценке перспектив двусторонней торговли, разработке внешнеэкономических стратегий и мониторинге изменений в структуре торгово-экономических связей. Следовательно, интеллектуальный анализ данных следует рассматривать как значимый инструмент современного экономического исследования в условиях цифровой трансформации международной экономики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Булатов А. С. Мировая экономика и международные экономические отношения: учебник. Москва: КноРус, 2023.
2. Сергеев П. В. Международные экономические отношения: учебник. Москва: Юрайт, 2023.
3. Федеральная таможенная служба. Таможенная статистика внешней торговли Российской Федерации [Электронный ресурс].
4. General Administration of Customs of the People's Republic of China. Statistics [Electronic resource].
5. World Bank. World Development Indicators [Electronic resource].
6. OECD. Digital Economy Outlook [Electronic resource].
7. UNCTAD. Digital Economy Report [Electronic resource].

2.5 АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКСПОРТНЫХ ПОТОКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ RUTNOM И ОТКРЫТЫХ ДАННЫХ ООН: КЕЙС ЭКСПОРТА МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ГЕРМАНИИ В КИТАЙ

Стайнова Владислава Павловна,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 248369@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Хрипунова Марина Борисовна,
Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при

Правительстве РФ, Москва, Россия, mbkhripunova@fa.ru

Представляется исследование частного вопроса цифровой трансформации анализа внешнеэкономической деятельности. Речь идет об автоматизации обработки экспортной статистики с использованием Python и открытых данных TradeMap, в частности. При ручном сборе и анализе больших массивов данных специалисты сталкиваются сразу с несколькими проблемами — это трудно, дорого для предприятий и допускает неточности. Автор показывает, что такого рода информационный поток технологично обрабатывается с использованием экосистемы Python (библиотеки pandas, matplotlib, scikit-learn). В качестве уникального кейса рассматривается экспорт молочной продукции из Германии (коды ТН ВЭД 0401–0406) в Китай в 2023–2025 гг. Разработанный пайплайн автоматизирует загрузку и обработку данных, выполняет визуализацию и прогнозирование объемов экспорта. На основе построенной модели линейной регрессии получен прогноз снижения экспорта в 2026 году до 175,2 тыс. долл., что подтверждается актуальными рыночными данными о введении Китаем антисубсидионных пошлин на европейскую молочную продукцию. Новизна работы в том, что автор предлагает простой и воспроизводимый подход к анализу внешнеторговых данных, который сочетает автоматизированную обработку, визуализацию и краткосрочный прогноз в рамках одного Python-пайплайна. Такой подход ускоряет работу и помогает замечать скрытые тенденции, например различия в динамике разных товарных групп.

Ключевые слова: Python, TradeMap, экспорт молочной продукции, цифровизация экономики, Германия, Китай, прогнозирование экспортных потоков.

ВВЕДЕНИЕ

Цифровая трансформация анализа внешнеэкономической деятельности требует автоматизации работы с большими массивами данных. Германия является одним из крупнейших в мире экспортеров молочной продукции: в 2023 году экспорт

молочных товаров из Германии составил более 37 млрд евро, а Китай входит в число ключевых торговых партнеров страны в Азиатско-Тихоокеанском регионе [2]. Традиционные методы сбора и обработки данных вручную в Excel приводят к тому, что до 80% рабочего времени аналитика тратится на подготовку данных, а не на содержательный анализ.

Проблема исследования заключается в разрыве между наличием больших массивов открытых данных о международной торговле и отсутствием доступных инструментов для их автоматизированной обработки, очистки и прогнозирования.

Цель работы — разработка автоматизированного аналитического пайплайна на языке Python для получения, очистки, визуализации и краткосрочного прогнозирования экспортных потоков на кейсе экспорта молочной продукции из Германии в Китай в 2023–2025 гг.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Для анализа использованы данные TradeMap (International Trade Centre) по экспорту молочной продукции из Германии в Китай за период 2023–2025 гг [1]. Данные включают шесть товарных групп молочной продукции по кодам ТН ВЭД: 0401 (молоко и сливки несгущенные), 0402 (молоко и сливки сгущенные), 0403 (кисломолочная продукция), 0404 (молочная сывотка), 0405 (сливочное масло), 0406 (сыры и творог). Загрузка и первичная обработка данных осуществлялись с использованием библиотеки pandas [3]. После фильтрации остались только строки с молочной продукцией, и получилась таблица, где для каждого товара указаны объёмы экспорта в тысячах долларов за 2023, 2024 и 2025 годы.

По данным, представленным на рисунке 1, можно увидеть динамику экспорта молочной продукции из Германии в Китай по отдельным товарным категориям в 2023–2025 годах. В целом наблюдается снижение общего объёма экспорта. Наиболее заметное сокращение происходит в категории сгущённого молока (0402), где объём поставок резко падает к 2025 году. Это может

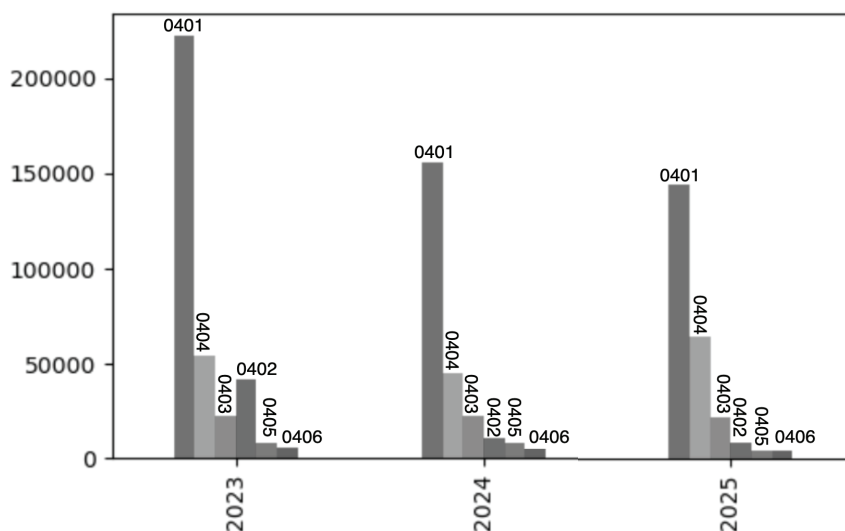


Рис. 1. Экспорт молочной продукции из Германии в Китай в 2023–2025 гг., тыс. долл.

быть связано с изменением структуры спроса на китайском рынке, а также с усилением конкуренции со стороны внутренних производителей. В то же время отдельные категории демонстрируют более устойчивую динамику. Например, молочная сыворотка (0404) показывает рост, что, вероятно, объясняется увеличением её использования в пищевой промышленности Китая. Крупнейшей категорией экспорта на протяжении всего периода остаются молоко и сливки несгущённые (0401), несмотря на общее снижение объёмов. Это говорит о том, что базовые молочные продукты сохраняют стабильный спрос даже в условиях ухудшения внешнеэкономической конъюнктуры. Если говорить точнее, то в 2023 году самый большой экспорт дала категория 0401 – 227,8 тыс. долл., затем сыры (0406) с 48,4 тыс. долл. и сыворотка (0404) с 32,6 тыс. долл. В 2024 году экспорт упал почти по всем позициям, особенно сильно – по сгущённому молоку (0402), почти на 79% по сравнению с 2023 годом. К 2025 году единственной растущей категорией осталась сыво-

ротка (0404), которая прибавила 18% относительно 2023 года. Общий суммарный экспорт молочной продукции из Германии в Китай снизился с 356,2 тыс. долл. в 2023 году до 247,7 тыс. долл. в 2025 году, то есть примерно на 30%.

Для прогнозирования общего объема экспорта на 2026 год использована модель линейной регрессии из библиотеки `scikit-learn` [3]. Результат прогноза: ожидаемый объем экспорта в 2026 году составит 175 200 тыс. долл., что предполагает продолжение тренда на снижение. Это можно объяснить недавно введенными антисубсидионными пошлинами КНР на ввоз молочной продукции из ЕС в размере от 7,4% до 11,7% на пять лет [4]. Кроме того, согласно аналитическим данным, наблюдается общий спад китайского импорта молочной продукции начиная с 2022 года [5]. Это преимущественно связано со стремительным развитием собственного молочного производства в Китае. Если выйти за рамки китайского рынка молочной продукции, можно заметить общую тенденцию падения цен на мировом рынке, что подтверждается данными USDA и отраслевых аналитиков на начало 2026 года. Мировое производство молока превышает спрос, что приводит к снижению цен, особенно на сливочное масло и сухое молоко. Закупочные цены для немецких производителей упали ниже 40 евроцентов за килограмм, что свидетельствует о кризисных явлениях в отрасли [2][7]. Еще одной причиной снижения экспорта является геополитическая напряженность между Китаем и Европейским союзом. Пошлины на молочную продукцию рассматриваются как ответная мера на введение ЕС пошлин на китайские электромобили в 2024 году [6]. Эта «торговая война» напрямую влияет на объемы экспорта европейской продукции, включая немецкую молочку. Построенная на основе исторических данных (2023–2025) модель линейной регрессии предсказала снижение экспорта в 2026 году до 175,2 тыс. долл. Актуальные рыночные данные на январь–февраль 2026 года подтверждают этот тренд: введение защитных пошлин, глобальное перепроизводство и торговые противоречия между ЕС и Китаем создают все предпосылки

для дальнейшего сокращения немецкого молочного экспорта на китайском направлении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования был разработан автоматизированный аналитический пайплайн на Python для обработки экспортной статистики. На примере данных TradeMap по экспорту молочной продукции из Германии в Китай за 2023–2025 годы было продемонстрировано, как можно быстро загрузить и очистить данные с помощью pandas, построить столбчатую диаграмму динамики по отдельным товарным категориям в matplotlib и сделать краткосрочный прогноз с помощью линейной регрессии из scikit-learn. Прогноз на 2026 год составил 175,2 тыс. долл., и он подтверждается актуальными рыночными данными — введением пошлин Китаем, глобальным перепроизводством и торговыми противоречиями между ЕС и Китаем. Практическая значимость работы в том, что этот пайплайн можно использовать для анализа экспортных потоков любых стран и любых товарных групп, если есть структурированные данные. В будущем можно попробовать более сложные модели прогнозирования, например LSTM или Prophet, чтобы учитывать сезонность и внешние факторы, а также подключиться к API TradeMap для автоматического получения свежих данных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. International Trade Centre (ITC). Trade Map. Bilateral trade between Germany and China, dairy products (HS codes 0401–0406), 2023–2025. URL: <https://www.trademap.org> (дата обращения: 07.04.2026)
2. ZMP Live. Milch News, 09/January/2026: commodity market assessment. URL: <https://www.zmp.de/en/futures/milk/news/market-assessment-milch-news-09jan2026-milch-2026-01-09> (дата обращения: 07.04.2026)
3. Pedregosa F. et al. Scikit-learn: Machine Learning in Python // Journal of Machine Learning Research, 2011, vol. 12, pp. 2825–2830

4. eDairyNews. China Slaps 7–12% Dairy Tariffs On EU Imports. February 11, 2026. URL: <https://en.edairynews.com/china-slaps-7-12-dairy-tariffs-on-eu-imports/> (дата обращения: 07.04.2026)
5. Bauernzeitung. Milcherzeugung nimmt global zu. Februar 2026. URL: <https://bauernzeitung.at/artikel/bundesteil/milcherzeugung-nimmt-global-zu> (дата обращения: 07.04.2026)
6. DairyNews.today. EU–China Trade Tensions Impact Global Dairy Markets. January 13, 2026. URL: <https://dairynews.today/global/news/eu-china-trade-tensions-impact-global-dairy-markets.html> (дата обращения: 07.04.2026)
7. Affineur Walo. Dairy Market: Tense! Newsletter — 19 January 2026. URL: <https://affineurwalo.ch/en/news/dairy-market-tense-newsletter-19-january-2026> (дата обращения: 07.04.2026)

2.6 О РАЗРАБОТКЕ МЕТОДОВ ОПТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ СИМВОЛОВ НА ПРИМЕРЕ ДАТАСЕТА MNIST

Темиркулов Марсэл Октомбекович,
Студент магистратуры, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, temirkulov324@kstu.kg

Научный руководитель:

Тагаева Сабина Базарбаевна,

Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры прикладной математики и информатики, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, s.tagaeva@kstu.kg

В работе рассматривается демонстрационный проект распознавания символов на основе простой нейронной сети, обученной на датасете MNIST. Актуальность исследования связана с ростом интереса к интеллектуальным системам, которые способны автоматически обрабатывать пользовательский ввод и выдавать результат в режиме, близком к реальному времени.

Цель работы заключается в разработке и оценке базовой модели машинного обучения, а также в создании веб-прототипа, позволяющего пользователю рисовать цифру на холсте и получать предсказание модели. В ходе исследования выполнен предварительный анализ данных, проведено обучение нейронной сети и оценка её качества на тестовой выборке. Полученные результаты показывают, что даже простая архитектура может демонстрировать устойчивую работу и служить наглядной основой для изучения принципов машинного обучения. С практической точки зрения проект может использоваться как учебный и демонстрационный пример для студентов, стажёров и начинающих разработчиков, а также как иллюстрация того, как подобные алгоритмические принципы применяются в цифровых сервисах, включая отдельные задачи автоматической обработки данных в банковской сфере.

Ключевые слова: машинное обучение, нейронная сеть, MNIST, распознавание изображений, цифровой прототип, веб-приложение, автоматическая классификация

ВВЕДЕНИЕ

Развитие цифровых сервисов сопровождается расширением применения методов машинного обучения, которые позволяют автоматически классифицировать данные, выделять закономерности и поддерживать принятие решений в прикладных системах. Особенно востребованы решения, работающие с пользовательским вводом, изображениями и текстовыми данными, поскольку именно такие сценарии часто встречаются в образовательных, коммерческих и сервисных приложениях.

Одной из наиболее понятных задач для демонстрации принципов интеллектуальной обработки данных является распознавание рукописных цифр. Несмотря на учебный характер, эта задача хорошо иллюстрирует полный цикл разработки модели: от подготовки данных и анализа их структуры до обучения, тестирования и последующего использования результата в веб-интерфейсе. Подобный подход позволяет не только про-

верить базовые возможности нейронной сети, но и показать, как алгоритм может быть применён в форме доступного цифрового прототипа.

Целью работы является разработка и исследование простой нейросетевой модели для распознавания рукописных цифр с последующим созданием веб-страницы, на которой пользователь может рисовать цифру на холсте и получать предсказание модели. В качестве основы используется набор данных MNIST, являющийся стандартным бенчмарком для задач классификации изображений.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Набор данных MNIST представляет собой один из наиболее известных датасетов для обучения и проверки моделей распознавания изображений. Он включает изображения рукописных цифр от 0 до 9, приведённые к единому размеру. Выбор именно этого набора данных обусловлен тем, что он достаточно прост для демонстрации базовых принципов машинного обучения, но при этом позволяет получить наглядный результат и оценить качество модели на практике.

На первом этапе был выполнен предварительный анализ данных. Он включал просмотр примеров изображений, оценку структуры набора данных и проверку распределения классов. Такой этап важен даже для относительно простой задачи, поскольку позволяет понять, как выглядят исходные изображения, насколько они однородны и есть ли необходимость в дополнительной обработке перед обучением модели. В случае MNIST данные уже находятся в удобном для работы виде, однако их нормализация и приведение значений пикселей к единому масштабу улучшают стабильность обучения.

Далее была построена базовая нейронная сеть. Для демонстрационного проекта достаточно использовать простую архитектуру, состоящую из входного слоя, одного или нескольких скрытых слоёв и выходного слоя с десятью нейронами по числу классов. На выходе модель формирует вероятности принадлеж-

ности изображения к каждой из цифр. Обучение проводится на размеченных примерах, где изображению соответствует правильный класс. В процессе обучения сеть постепенно корректирует веса так, чтобы уменьшать ошибку между предсказанием и истинной меткой.

С точки зрения внутренней логики обучение нейронной сети основано на последовательном прохождении входных данных через слои модели, вычислении ошибки и её обратном распространении. Этот механизм позволяет системе постепенно улучшать качество распознавания на основе примеров. Для задачи классификации цифр обычно применяются функции потерь, связанные с многоклассовой классификацией, а качество работы модели оценивается по точности на тестовой выборке. В результате обучения простая модель на MNIST способна показывать достаточно высокий уровень распознавания, что подтверждает эффективность базового подхода.

После обучения модели был создан веб-прототип, в котором пользователь может нарисовать цифру на холсте. Нарисованное изображение предварительно обрабатывается таким образом, чтобы его формат соответствовал входу нейронной сети: изображение приводится к нужному размеру, преобразуется в чёрно-белый вид и нормализуется. Затем оно передаётся модели для классификации, после чего пользователь получает результат в виде наиболее вероятной цифры. Такой интерфейс делает работу модели более наглядной и позволяет использовать её не только как учебный пример, но и как демонстрацию того, как алгоритмы распознавания применяются в цифровых сервисах.

Практическая ценность проекта состоит в том, что он объединяет несколько этапов разработки интеллектуальной системы в одном простом решении. Сначала показывается работа с данными, затем — обучение модели, после этого — оценка качества и, наконец, прикладное использование через веб-интерфейс. Такой формат удобен для обучения Студентов и начинающих разработчиков, поскольку помогает понять,

как строится полный цикл создания ML-решения. Кроме того, подобные принципы лежат в основе многих систем автоматической обработки данных, включая задачи, связанные с вводом информации пользователем, классификацией изображений и упрощением цифровых операций в сервисных средах, в том числе в отдельных прикладных сценариях банковской сферы.

Новизна данной работы заключается в её прикладной и демонстрационной направленности: был собран целостный прототип, который позволяет на практике показать логику функционирования нейросетевой модели и связать её с пользовательским веб-интерфейсом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы был разработан демонстрационный прототип распознавания рукописных цифр на основе простой нейронной сети. Использование датасета MNIST позволило отработать базовые этапы подготовки данных, обучения модели и оценки её качества. Результаты показали, что даже относительно простая архитектура способна решать задачу многоклассовой классификации с достаточной точностью для учебного и демонстрационного применения.

Дополнительно был создан веб-прототип, позволяющий пользователю рисовать цифру на холсте и получать предсказание модели в удобной форме. Это делает проект наглядным примером того, как методы машинного обучения могут быть представлены в виде доступного цифрового сервиса. В более широком смысле работа демонстрирует базовые принципы, на которых строятся современные интеллектуальные системы обработки пользовательских данных.

Проект может быть использован как учебная основа для изучения нейросетей, как демонстрационный пример для Студентов и стажёров, а также как отправная точка для дальнейшего развития более сложных систем распознавания и интеллектуальной обработки информации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гудфеллоу И., Бенджио Й., Курвилль А. Глубокое обучение. — М.: ДМК Пресс, 2018.
2. Воронцов К. В. Лекции по машинному обучению. — [Электронный ресурс].
3. Лекусн Я., Ботту Л., Бенгио Й., Хаффнер П. Градиентное обучение, применённое к распознаванию документов // Proceedings of the IEEE. — 1998. — Т. 86, № 11. — С. 2278–2324.
4. LeCun Y., Cortes C., Burges C. J. C. The MNIST Database of Handwritten Digits [Electronic resource].
5. TensorFlow Documentation [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tensorflow.org/> (дата обращения: 14.04.2026).
6. Keras Documentation [Электронный ресурс]. URL: <https://keras.io/> (дата обращения: 14.04.2026).
7. scikit-learn User Guide [Электронный ресурс]. URL: <https://scikit-learn.org/stable/> (дата обращения: 14.04.2026).
8. MDN Web Docs: Canvas API [Электронный ресурс]. URL: <https://developer.mozilla.org/> (дата обращения: 14.04.2026).
9. Python Documentation [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.python.org/3/> (дата обращения: 12.04.2026).

2.7 ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛЕДОВОЙ ОБСТАНОВКИ И НАВИГАЦИИ СУДОВ

Куракина-Мустафина Вероника Денисовна,
Студент бакалавриата, МИРЭА — Российский технологический университет, Москва, Россия, lozovskij@mirea.ru

Научный руководитель:

Лозовский Владимир Валерьевич,

Кандидат технических наук, доцент Кафедры вычислительной техники, МИРЭА — Российский технологический университет, Москва, Россия, lozovskij@mirea.ru

В условиях роста интенсивности судоходства в Арктике воз-

растает роль оперативного анализа ледовой обстановки. Несмотря на наличие специализированных навигационных сервисов, часть методов анализа по-прежнему основана на экспертной интерпретации спутниковых данных, что ограничивает воспроизводимость и оперативность обработки информации, особенно при работе с открытыми источниками данных. Целью работы является разработка подхода к интеллектуальному анализу радиолокационных изображений для автоматизации оценки ледовой обстановки и построения маршрутов судна на основе открытых данных. Предлагаемый подход включает автоматическую классификацию типов поверхности с использованием методов машинного обучения, моделирование динамики ледового покрова с учётом воздействия ветра и морских течений, формирование карты стоимости движения и поиск оптимального маршрута. В результате применения предложенного подхода обеспечивается повышение точности и воспроизводимости анализа ледовой обстановки, а также формирование маршрутов, учитывающих как тип поверхности, так и её динамические изменения.

Ключевые слова: SAR-изображения, Sentinel-1, ледовая обстановка, интеллектуальная система, маршрутизация судов, Арктика.

ВВЕДЕНИЕ

Арктический регион в последние годы приобретает всё большее стратегическое и экономическое значение, что связано с развитием СМП (Северного морского пути) и ростом объёмов морских перевозок [1–2]. Основная сложность заключается в том, что ледовый покров постоянно изменяется под воздействием ветра и морских течений, что требует регулярного обновления информации и её оперативной интерпретации [3].

В данной работе предлагается подход, направленный на автоматизацию обработки радиолокационных спутниковых снимков, включающий классификацию типов поверхности, учёт динамики ледового покрова и построение маршрута движения судна на основе полученной информации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исходные данные и общая схема обработки

В качестве исходных данных в работе используются радиолокационные изображения спутника Sentinel-1 [4], а также вспомогательные метеорологические данные и данные о морских течениях. SAR-изображения применяются для автоматической классификации типов поверхности, тогда как метеорологическая информация и данные о течениях используются для моделирования динамики ледового покрова и прогноза его смещения.

Обработка данных осуществляется в виде последовательности этапов обработки данных, включающего классификацию поверхности по SAR-изображениям, учёт динамики льда под воздействием ветра и течений, формирование карты стоимости движения судна и построение оптимального маршрута.

На рисунке 1 показана архитектура модели семантической сегментации SAR-изображений [5].

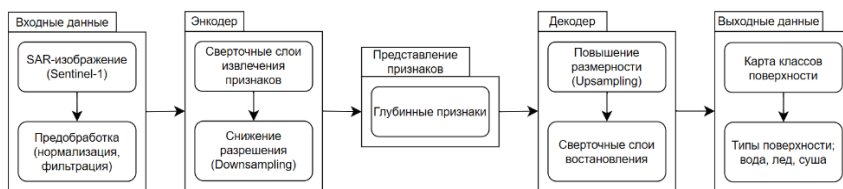


Рис. 1. Архитектура модели семантической сегментации SAR-изображений

Учёт динамики ледовой обстановки

Для учёта изменения положения ледового покрова используется модель смещения, основанная на воздействии ветра и морских течений [6]. Перемещение ледяной ячейки описывается вектором:

$$\vec{d}(x, y) = \left(k_{ice}^{curr}(x, y) \cdot \vec{v}_{curr}(x, y) + k_{ice}^{wind}(x, y) \cdot \vec{v}_{wind}(x, y) \right) \cdot k_{area}(x, y) \cdot \Delta t \quad (1)$$

где $\vec{v}_{curr}$ — вектор скорости морских течений,

$\vec{v}_{wind}$ — вектор скорости ветра,

k_{ice}^{curr} и k_{ice}^{wind} — коэффициенты подвижности льда, зависящие от его типа,

k_{area} — коэффициент, учитывающий размер ледяного массива, Δt) — шаг моделирования по времени.

Данная модель позволяет прогнозировать положение ледовых массивов на заданном временном интервале и использовать эту информацию при планировании маршрута.

Формирование карты стоимости движения судна

На основе карты классов поверхности и модели динамики льда формируется карта стоимости движения судна [7]:

$$\text{Cost}(x, y) = w_{class}(x, y) + w_{dyn}(x, y) \quad (2)$$

где k_{area} — базовая стоимость, зависящая от типа поверхности, k_{area} — добавочная стоимость, учитывающая динамику льда.

Построение маршрута судна

Задача маршрутизации формулируется как поиск пути минимальной суммарной стоимости на взвешенной сетке [8]:

$$J = \sum_{i=1}^N \text{Cost}(x_i, y_i) \rightarrow \min \quad (3)$$

где J — суммарная стоимость маршрута судна,

N — количество узлов (ячеек) маршрута,

$\text{Cost}(x_i, y_i)$ — стоимость движения судна в i -ой точки маршрута,

(x_i, y_i) — координаты i -ой точки маршрута.

Для поиска оптимального маршрута применяется алгоритм поиска кратчайшего пути, что позволяет эффективно находить маршрут, обходящий опасные зоны и минимизирующий энергетические затраты движения судна.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате применения предложенного подхода была получена последовательность промежуточных и итоговых результатов, отражающих различные аспекты ледовой обстановки и навигационной ситуации.

На первом этапе формируется карта классов поверхности,

полученная по SAR-изображениям Sentinel-1. Карта корректно выделяет области открытой воды и различные типы ледового покрова, а также сохраняет пространственную структуру исходных данных, что является критически важным для последующего анализа.

Далее, с учётом метеорологических данных и данных о морских течениях, строится векторное поле дрейфа ледового покрова (рисунок 2). Полученные результаты демонстрируют пространственную неоднородность динамики льда и подтверждают необходимость учёта данного фактора при планировании судовых маршрутов.

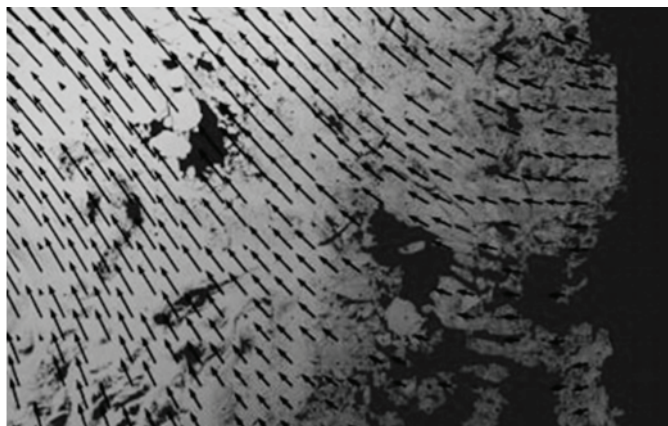


Рис. 2. Векторное поле дрейфа ледового покрова, наложенное на карту поверхности

Интеграция информации о типах поверхности и динамике льда позволяет сформировать карту стоимости движения судна. Использование карты стоимости приводит к принципиальному отличию результатов маршрутизации по сравнению с геометрически кратчайшим путём. Построенные маршруты автоматически обходят области с повышенными энергетическими затратами движения, соответствующие плотному и многолетнему льду (рисунок 3).

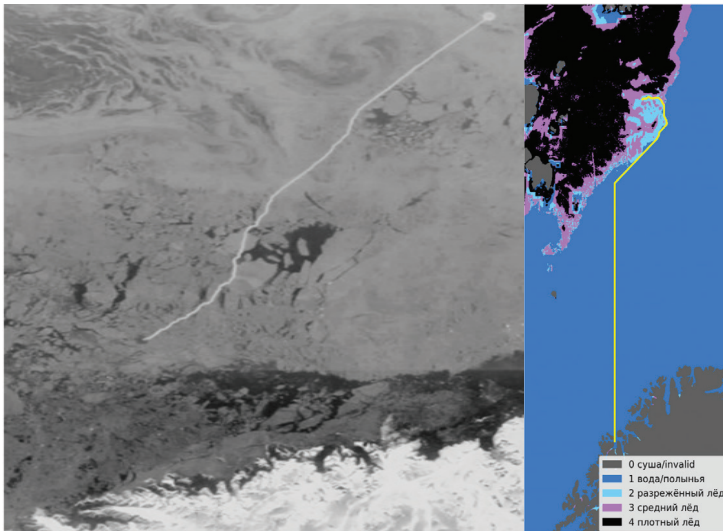


Рис. 3. Маршрут судна на карте стоимости движения (разный масштаб и разрешение)

Рис. 4. Прототип системы поддержки принятия решений для построения маршрута судна на основе SAR-данных

На основе предложенного подхода реализован прототип (рисунок 4).

ВЫВОДЫ

Таким образом, результаты экспериментов подтверждают, что предложенный подход обеспечивает переход от анализа радиолокационных данных к формированию практических навигационных рекомендаций и может использоваться в качестве основы системы поддержки принятия решений при судоходстве в арктических акваториях. На основе предложенного подхода реализован прототип системы поддержки принятия решений для построения маршрута судна на основе SAR-данных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Arctic Vision and Strategy 2025 [Электронный ресурс]. — NOAA Arctic Program. — URL: <https://arctic.noaa.gov/2025-arctic-vision-and-strategy/> (дата обращения: 25.03.2026).
2. Мониторинг Северного морского пути [Электронный ресурс]. — Innoter. — URL: <https://innoter.com/articles/monitoring-severnogo-morskogo-puti/> (дата обращения: 25.03.2026).
3. Arctic Shipping: What Trends Can Tell Us [Электронный ресурс]. — Arctic Council. — URL: <https://arctic-council.org/news/arctic-shipping-what-trends-can-tell-us/> (дата обращения: 25.03.2026).
4. S1 Mission [Электронный ресурс]. — Sentiwiki — Copernicus Sentinel. — URL: <https://sentiwiki.copernicus.eu/web/s1-mission> (дата обращения: 30.03.2026).
5. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation [Электронный ресурс]. — University of Freiburg. — URL: <https://lmb.informatik.uni-freiburg.de/people/ronneber/u-net/> (дата обращения: 06.04.2026).
6. A Dynamics Model for Sea Ice Motion // Journal of Physical Oceanography. — 1979. — Vol. 9, No. 4. — P. 815–832. — URL: <https://journals.ametsoc.org/view/journals/phoc/9/4/1520->

- 0485_1979_009_0815_adtsim_2_0_co_2.xml?tab_body=pdf (дата обращения: 06.04.2026).
7. LaValle S. M. Planning Algorithms [Электронный ресурс]. — URL: <https://lavalle.pl/planning/book.pdf> (дата обращения: 08.04.2026).
 8. Optimization Algorithms for Planning [Электронный ресурс]. — CORE. — URL: <https://files01.core.ac.uk/download/pdf/80715779.pdf> (дата обращения: 08.04.2026).

2.8 BIG DATA И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ВЫЯВЛЕНИИ СХЕМ ОТМЫВАНИЯ ДОХОДОВ: МИРОВОЙ ОПЫТ И РОССИЙСКАЯ ПРАКТИКА

Василевская Ангелина Александровна,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 240725@edu.fa.ru

Марченко Иван Антонович
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 240990@edu.fa.ru

Научный руководитель:
Орлова Нина Геннадьевна,
Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, ngorlova@fa.ru

Актуальность исследования обусловлена ростом масштабов отмывания доходов в условиях цифровизации финансовых систем и увеличения объемов данных. Традиционные методы финансового мониторинга становятся менее эффективными, что требует внедрения современных технологий анализа. Цель работы — исследование применения технологий Big Data и искусственного интеллекта в системе ПОД/ФТ и оценка их эффективности на основе международного и российского опыта. В ходе исследования рассмотрены методы машинного обучения, анализ поведенческих моделей и выявление аномалий в финансовых

данных. Проведен сравнительный анализ традиционных и интеллектуальных подходов к мониторингу транзакций. Результаты показывают, что использование Big Data и AI позволяет снизить количество ложных срабатываний, повысить точность выявления подозрительных операций и ускорить обработку данных, обеспечивая переход к более проактивному мониторингу рисков.

Ключевые слова: Big Data, искусственный интеллект, машинное обучение, финансовый мониторинг, RegTech, SupTech

ВВЕДЕНИЕ

Современный этап развития мировой экономики характеризуется активной цифровизацией финансовых процессов и стремительным ростом объемов обрабатываемых данных. Расширение использования онлайн-банкинга, финтех-сервисов и цифровых платформ создает новые возможности для повышения эффективности финансовых операций, однако одновременно способствует усложнению схем финансовых преступлений, в том числе легализации (отмывания) доходов, полученных преступным путем.

Традиционные методы финансового мониторинга, основанные на фиксированных правилах и пороговых значениях, в условиях роста объемов транзакционных данных и появления новых инструментов проведения операций демонстрируют ограниченную эффективность. Высокая доля ложноположительных срабатываний и невозможность своевременного выявления сложных схем требуют внедрения более гибких и адаптивных подходов к анализу данных.

В этой связи особую значимость приобретают технологии Big Data и искусственного интеллекта, позволяющие обрабатывать большие массивы информации, выявлять скрытые закономерности и аномалии, а также прогнозировать потенциальные риски.

ИССЛЕДОВАНИЕ

В условиях цифровизации экономики наблюдается рост объемов финансовых данных, связанный с развитием банковских

сервисов и электронных платежных систем. Усложнение и ускорение транзакций снижает эффективность традиционных методов финансового мониторинга, ограниченных в обработке больших массивов информации. Технологии Big Data позволяют анализировать как структурированные, так и неструктурированные данные в режиме реального времени, формируя целостное представление о финансовой активности.

Важнейшую роль в обработке и интерпретации больших данных играет искусственный интеллект. Методы машинного обучения, включая алгоритмы классификации, кластеризации, регрессионного анализа и обнаружения аномалий, позволяют автоматизировать процесс анализа финансовых операций. Применение методов интеллектуального анализа данных позволяет выявлять скрытые взаимосвязи между операциями, формировать профили поведения клиентов и обнаруживать аномальные транзакции, не соответствующие установленным паттернам. Например, алгоритмы кластеризации могут выявлять группы счетов, между которыми осуществляется нетипичное движение средств, а методы классификации позволяют оценивать вероятность отнесения операции к категории подозрительных.



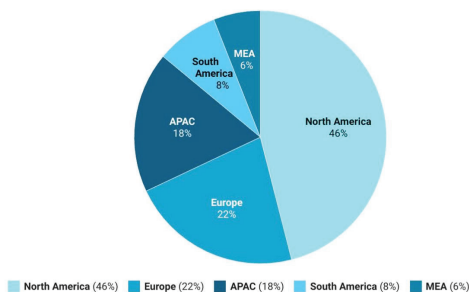
Рис. 1. Основные статистические данные по формам отмыwania денег

Анализ статистических данных (рисунок 1) демонстрирует значительные масштабы проблемы отмывания доходов на глобальном уровне. Высокий объем нелегальных финансовых потоков и низкая доля их выявления свидетельствуют о необходимости совершенствования существующих механизмов контроля. Дополнительные сложности создают новые формы финансовых инструментов, включая криптовалюты и децентрализованные финансовые системы, которые обеспечивают высокий уровень анонимности операций.

Сравнительный анализ традиционных и интеллектуальных систем финансового мониторинга (рисунок 2) показывает, что внедрение технологий Big Data и искусственного интеллекта позволяет существенно повысить эффективность выявления подозрительных транзакций. В частности, отмечается значительное снижение доли ложноположительных срабатываний, которая в традиционных системах может достигать критически высоких значений.

Global Anti-Money Laundering Market Share - By Region

Market Share in Percentage



(Market Share in %)
Source: Market.us Scoop

Рис. 2. Доля глобального рынка средств борьбы с отмыванием денег в разбивке по регионам

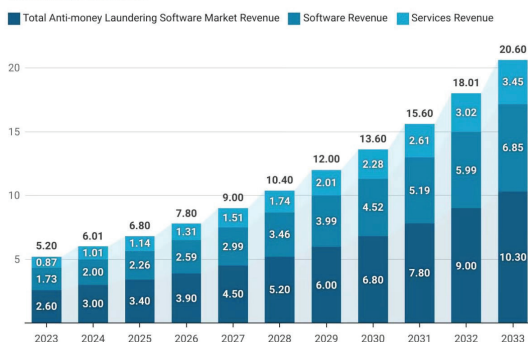
Мировой опыт подтверждает высокую эффективность внедрения интеллектуальных технологий в систему противодействия отмыванию доходов. В США активно используются

AI-модели для анализа транзакций, что повышает точность выявления подозрительных операций. В странах Европейского союза развивается централизованный подход к анализу данных, а в странах Азии — платформы коллективного обмена информацией, обеспечивающие более высокий уровень координации.

Российская практика также характеризуется внедрением технологий Big Data и искусственного интеллекта. Проекты Банка России и Росфинмониторинга направлены на создание единой аналитической среды для мониторинга финансовых операций в режиме реального времени. Использование таких решений позволяет выявлять сложные схемы движения средств, формировать риск-профили клиентов и прогнозировать угрозы. Анализ рынка технологий ПОД/ФТ свидетельствует о росте инвестиций в цифровые решения и усилении их роли в обеспечении финансовой безопасности.

Global Anti-Money Laundering Software Market Size – By Component

Market Size in USD billion



(Market Size in USD billion)

Source: Market.us Scoop

Рис. 3. Объем мирового рынка программного обеспечения для борьбы с отмыванием денег в разбивке по компонентам

Несмотря на значительные преимущества, внедрение технологий Big Data и искусственного интеллекта сопряжено с рядом ограничений и рисков. Ключевыми проблемами являются

необходимость обеспечения защиты персональных данных, сложность интерпретации результатов работы алгоритмов (эффект «черного ящика»), а также дефицит квалифицированных специалистов в области анализа данных и машинного обучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что в условиях цифровизации финансовой системы традиционные методы противодействия отмыванию доходов теряют эффективность из-за роста объемов данных и усложнения финансовых инструментов. В этих условиях ключевым направлением становится внедрение технологий Big Data и искусственного интеллекта. Мировой опыт подтверждает, что использование интеллектуальных систем повышает эффективность финансового мониторинга за счет снижения ложноположительных срабатываний, повышения точности выявления подозрительных транзакций и ускорения обработки данных.

Российская практика соответствует данным тенденциям и характеризуется внедрением цифровых решений со стороны государственных органов и банков, что способствует повышению прозрачности финансовых потоков и снижению объемов сомнительных операций. Несмотря на это, сохраняются ограничения, связанные с защитой данных, интерпретируемостью алгоритмов и нехваткой специалистов. В целом использование Big Data и AI обеспечивает переход к проактивному мониторингу финансовых рисков и дальнейшее развитие систем ПОД/ФТ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. UNODC. Global Report on Money Laundering [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.unodc.org/unodc/money-laundering/> (дата обращения: 01.09.2025).
2. Digital Transformation of AML/CFT [Электронный ресурс]. — FATF. — Режим доступа: <https://www.fatf-gafi.org/en/publications/Digitaltransformation/Digital-transformation.html> (дата обращения: 04.09.2025).

3. Банк России. Использование больших данных в финансовом секторе и риски финансовой стабильности [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.cbr.ru/Content/Document/File/131359/Consultation_Paper_10122021.pdf (дата обращения: 04.09.2025).
4. Anti-Money Laundering Compliance: AI's Impact [Электронный ресурс]. — Lucinity. — Режим доступа: <https://lucinity.com/blog/reshaping-anti-money-laundering-compliance-the-impact-of-ai-on-financial-integrity> (дата обращения: 01.09.2025).
5. A Survey of Machine Learning Based Anti-Money Laundering Solutions [Электронный ресурс]. — ResearchGate. — Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/364326902> (дата обращения: 03.09.2025).

2.9 АНАЛИЗ ПРАКТИК ВНЕДРЕНИЯ RUTNOM В ОТРАСЛЕВУЮ СТРУКТУРУ КИТАЯ: ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ, ПРОГНОЗНАЯ АНАЛИТИКА И ОЦЕНКА КРЕДИТНЫХ РИСКОВ

Афанасьева Виолетта Сергеевна,

Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 240400@edu.fa.ru

Оганесян Арман Артурович,

Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 245506@edu.fa.ru

Старостина Анжелика Сергеевна,

Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 240754@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Хрипунова Марина Борисовна,

Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, mbkhripunova@fa.ru

В статье рассматривается опыт внедрения языка програм-

мирования Python в отраслевую структуру Китая в контексте программ «Made in China 2025» и политики «двойного углерода». Анализируются три ключевые сферы: индустриальный мониторинг, прогнозная аналитика и оценка кредитных рисков. Показано, как с помощью библиотек языка программирования решаются задачи интеграции разрозненных данных устаревшего оборудования, прогнозирования спроса и энергопотребления, а также автоматизированной оценки кредитоспособности. Обосновывается, роль Python, как универсального интегратора, обеспечивающего переход от простого сбора данных к интеллектуальным системам с прогнозными функциями и обратной связью.

Ключевые слова: Python, Китай, индустриальный мониторинг, прогнозная аналитика, оценка кредитных рисков, машинное обучение, цифровая трансформация.

ВВЕДЕНИЕ

Китай за последние десять лет прошёл большой путь: в 2015 году правительство запустило программу «Made in China 2025», а вместе с этим началась кампания по сокращению углеродных выбросов. В условиях технологической динамики на территории Китая Python принял статус отраслевого стандарта. Ключевым фактором выступила совокупность специализированных библиотек, которые обеспечивают интеграцию с контрольно-измерительным оборудованием, включая образцы двадцатилетней давности, в сжатые сроки. В настоящей работе рассмотрены три ключевых аспекта: индустриальный мониторинг, прогнозная аналитика, а также оценка кредитных рисков. Китайский опыт показывает, что Python в этих сферах стал рабочим инструментом с ощутимым положительным эффектом.

ИССЛЕДОВАНИЕ

1. Индустриальный мониторинг.

Жёсткая государственная политика «двойного углерода» заставила китайскую промышленность в срочном порядке

оцифровать устаревшие заводские мощности. Основной проблемой местных заводов выступила разрозненность информации. Именно язык программирования Python стал главным инструментом ее решения.

Ключевое отличие Python от классических программных пакетов заключается в интеллектуальном прогнозировании. Благодаря библиотекам *pandas*, *numpy* и *scikit-learn*, данные сортируются, очищаются от ошибок, преобразуются в удобные таблицы, а затем на их основе вычисляются тренды и вероятные даты поломок. Взаимодействие с библиотеками компьютерного зрения, такими как *OpenCV*, дает системе мониторинга возможность не просто считать количество бракованных деталей, но и в реальном времени коррелировать дефекты с параметрами работы конкретного станка, автоматически останавливая линию при первых признаках отклонения.

Также важно отметить, что внедрение Python уже изменило отраслевую структуру китайского рынка промышленного оборудования. Анализ тендерных заявок крупных заводов в Шэньчжэне и Шаньдуне показал, что требование поддержки Python API или совместимости с одноплатными компьютерами стало стандартом при закупке новых ЧПУ-станков. Производители оборудования обязаны маркировать свои станки термом «Python-Integrated», а в штатном расписании заводов стали появляться вакансии Python-разработчиков, отвечающих за создание «цифровых двойников». В сфере энергетического мониторинга открытые Python-системы, такие как *MyEMS*, позволяют китайским предприятиям автоматически формировать трехуровневую отчетность (*цех — провинция — государство*) и встраиваться в план выполнения государственных экологических нормативов.

Таким образом, индустриальный мониторинг в Китае вырос из простого сбора данных в интеллектуальную систему, где Python служит универсальным помощником, способным подключить к цифровой сети даже самое устаревшее оборудование.

2. Прогнозная аналитика.

Ведущие предприятия Китая активно используют Python для прогнозирования спроса, объёмов производства, энергопотребления и рыночных трендов в рамках стратегий «Made in China 2025» и «Internet+». Особенно ярко это проявляется в автомобилестроении и цифровом ритейле.

В компаниях BYD и Geely уже несколько лет применяют LSTM-сети на базе Keras / TensorFlow и библиотеку Prophet. Модели учитывают сезонность, цены на батареи, государственные субсидии и данные о зарядных станциях. По результатам исследований LSTM демонстрирует значительно более высокую точность по сравнению с традиционными статистическими методами. Так, в прогнозировании спроса на автомобильном рынке Китая Prophet-модель показывает средний MAPE на уровне 2,502% на горизонте до конца 2025 года. Благодаря таким прогнозам предприятия точнее планируют закупки компонентов и снижают складские издержки.

В финансовом секторе Ant Group и WeBank используют XGBoost и гибридные модели (LSTM и XGBoost) для прогнозирования денежных потоков и кредитного портфеля. Python здесь удобен тем, что легко интегрируется с PySpark при обработке больших объёмов данных. Код остаётся открытым, его быстро дорабатывают под конкретные бизнес-процессы и запускают на edge-устройствах прямо на производстве.

Особенно примечательна скорость внедрения. Китайские компании не ждут годами разработки собственных решений: они берут готовые библиотеки (Pandas для предобработки, Scikit-learn для базовых моделей, Prophet для быстрого старта) и уже через несколько месяцев получают рабочий прототип, который затем адаптируют под свои процессы.

Таким образом, в Китае Python превратился в неотъемлемую часть промышленной стратегии, так как прогнозная аналитика напрямую влияет на конкурентоспособность целых отраслей.

3. Оценка кредитных рисков.

Оценка кредитных рисков представляет собой ещё одну об-

ласть, в которой Python демонстрирует высокую эффективность. Примером внедрения Python служит практика MYbank, одного из ведущих цифровых банков Китая. При анализе 1,8 миллиона кредитных операций fintech-подход на базе Python продемонстрировал значительное превосходство над традиционными моделями. Алгоритм RandomForestClassifier с использованием 76 переменных, включающих 32 традиционных финансовых показателя и 44 уникальных данных из экосистемы Alibaba (объемы транзакций Alipay, рейтинги продавцов, сетевые связи), достигает значения $AUC = 0,8414$ при прогнозировании дефолтов. Это на 0,117 выше, чем у традиционной кредитной скоринговой модели на основе логистической регрессии ($AUC = 0,7246$).

Преимущества Python проявляются как в информационной, так и в моделирующей компонентах. Гибкость языка и наличие ML-библиотек позволили MYbank внедрить полностью автоматизированную модель кредитования «3–1–0»: 3 минуты на подачу заявки, 1 секунда на принятие решения и 0 вмешательства человека. Уровень проблемных кредитов (NPL) удерживается на низком уровне 1–2% даже в периоды кризисов (включая пандемию COVID-19), в то время как у традиционных банков с залоговой моделью показатель NPL составляет 3,2–5,5%.

По схожему сценарию ситуация развивается на остальных финтех-площадках Китая. В частности, модели, выполненные на базе XGBoost и Random Forest, хорошо себя зарекомендовали в скоринге, осуществляемом в режиме реального времени. Данный момент имеет принципиальное значение с точки зрения финансирования логистики в промышленности и малого бизнеса там, где существенно ограничены возможности классического банкинга.

Благодаря плавной интеграции Python в отраслевую структуру можно давать объективную оценку кредитным рискам, сокращать объем операционных издержек и предоставить равные финансовые условия промышленным компаниям без залога. Ключевые трудности касаются регуляторных требований и создания условий для интерпретируемости моделей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, язык программирования Python сегодня крайне значим для развития многих сфер китайской экономики, что особенно заметно с точки зрения актуализации политики «двойного углерода» и осуществления программы «Made in China 2025». Проанализированы такие направления, как индустриальный мониторинг (на смену плановому ремонту приходит сервис по состоянию), прогнозная аналитика (увеличение точности до 2,5% MAPE, сокращение издержек) и оценка кредитных рисков (MYbank: AUC = 0,8414, NPL 1–2%).

Соответственно, Python стал универсальным инструментом при подключении к сети даже устаревшей техники, чтобы вместо элементарного сбора информации применять интеллектуальные системы. Хотя и существуют регуляторные ограничения, Python позиционируется в роли полноценного отраслевого стандарта, актуального для мониторинга, составления прогнозов и анализа рисков.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Чжан Вэй. Цифровая трансформация промышленности Китая в условиях политики двойного углерода / Чжан Вэй, Ли Хуа // Журнал «Промышленная автоматизация». — 2023. — № 4. — С. 34–41. (дата обращения: 09.04.2026)
2. Dai D. et al. Prediction of China Automobile Market Evolution Based on the Prophet Model // Systems. 2023. Vol. 11. No. 8. URL: <https://www.mdpi.com/2079-8954/11/8/431> (дата обращения: 07.04.2026)
3. Dou Z. Regional Manufacturing Industry Demand Forecasting: A Deep Learning Approach // Applied Sciences. 2021. Vol. 11. No. 13. URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/13/6199> (дата обращения: 07.04.2026)
4. Gambacorta L., Huang Y., Qiu H., Wang J. How Do Machine Learning and Non-Traditional Data Affect Credit Scoring? New Evidence from a Chinese Fintech Firm [Электронный ресурс]

// BIS Working Papers. 2019. No. 834. URL: <https://www.bis.org/publ/work834.pdf> (дата обращения: 09.04.2026)

5. Huang Y., Zhang L., Li Z., Qiu H., Sun T., Wang X. Fintech Credit Risk Assessment for SMEs: Evidence from China [Электронный ресурс] // IMF Working Papers. 2020. WP/20/193. URL: <https://www.imf.org/-/media/files/publications/wp/2020/english/wpiea2020193-print-pdf.pdf> (дата обращения: 09.04.2026)

2.10 АЛГОРИТМЫ КОРРЕКЦИИ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ: ИТЕРАТИВНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАЗЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ ПОД ОБЛАКАМИ И ТЕНЯМИ SENTINEL, LANDSAT

Митькин Ярослав Вадимович,

Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 251530@edu.fa.ru

Убранова Анастасия Алексеевна,

Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 253367@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Чернышенко Всеволод Сергеевич,

Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, VSChernyshenko@fa.ru

В работе рассматривается проблема восстановления данных о наземной поверхности, скрытой под облаками и их тенями на многоспектральных спутниковых снимках Sentinel-2 и Landsat-8/9. Предложен итеративный алгоритм коррекции, объединяющий маскирование облачности по индексам SCL и QA_PIXEL, временную интерполяцию пропущенных значений отдельных каналов, пространственную регрессию с опорой на смежные безоблачные пиксели и постпроцессинговое согласование гистограмм восстановленных фрагментов. Показано, что последовательное применение предложенных этапов позволяет сократить долю некорректно восстановленных пиксе-

лей по сравнению с линейной интерполяцией. Разработанный пайплайн реализован на Python с использованием библиотек rasterio, scikit-learn и Google Earth Engine.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, коррекция облачности, Sentinel-2, Landsat, временная интерполяция, восстановление снимков, Google Earth Engine.

ВВЕДЕНИЕ

Спутниковые данные Sentinel-2 (ESA) и Landsat-8/9 (USGS/NASA) формируют основу современного дистанционного зондирования Земли: их регулярное глобальное покрытие при пространственном разрешении 10–30 м обеспечивает непрерывный мониторинг растительности, водных объектов, почвенного покрова и антропогенных изменений [1, 2]. Вместе с тем значительная доля снимков — по различным оценкам, от 30 до 60% в зависимости от географического района и сезона — содержит облака, конденсационные следы и их тени, которые маскируют наземную поверхность и делают невозможным прямое использование затронутых пикселей в аналитических задачах [3].

Существующие подходы к устранению облачности распадаются на два класса: мультивременные методы, использующие серию снимков одной локации для отбора «чистых» пикселей, и методы пространственной регрессии, восстанавливающие закрытые пиксели по соседним безоблачным наблюдениям. При работе с регионами с высокой частотой облакообразования (тропики, умеренный пояс в зимне-весенний период) оба подхода в отдельности показывают ограниченную эффективность, что обуславливает актуальность разработки комплексных итеративных алгоритмов [4].

Цель настоящего исследования — разработка и апробация итеративного пайплайна коррекции, объединяющего маскирование облачности, временную интерполяцию, пространственную регрессию и гистограммное согласование для совместного использования данных Sentinel-2 и Landsat-8/9.

ИССЛЕДОВАНИЕ

1. Маскирование облачности и теней

Первым этапом пайплайна является автоматическое обнаружение и маскирование пикселей, соответствующих облакам и теням. Для коллекции Sentinel-2 L2A использовался слой Scene Classification Layer (SCL), в котором классы 3 (тень облака), 8, 9 и 10 (облака различной плотности) переводились в бинарную маску. Для Landsat-8/9 Collection 2 аналогичная маска строилась по каналу качества QA_PIXEL с извлечением битовых флагов облачности (бит 3) и тени (бит 4) согласно официальной документации USGS [2]. Полученные маски дополнительно расширялись дилатацией на 3 пикселя для исключения переходных граничных зон, где значения каналов искажены рассеянием на краях облаков.

2. Формирование временного стека и детекция опорных снимков

На основе отфильтрованного стека снимков за скользящий период ± 45 суток от целевой даты для каждого пикселя определялся набор «опорных» наблюдений — временных срезов, для которых данный пиксель не замаскирован. Степень облачного покрытия опорного снимка на уровне сцены не превышала 20%. Совмещение снимков Sentinel-2 и Landsat проводилось с учётом разницы в пространственном разрешении: снимки Landsat передискретизировались к сетке 10 м методом ближайшего соседа, после чего для них применялось спектральное преобразование на основе регрессионных коэффициентов, полученных по пересекающимся безоблачным пикселям обеих платформ [5].

3. Итеративная реконструкция пикселей

Для каждого замаскированного пикселя восстановление выполнялось в три итерации. На первой итерации применялась линейная интерполяция по времени между ближайшим предшествующим и ближайшим последующим безоблачными наблюдениями. Результат использовался как стартовое приближение.

На второй итерации применялась пространственная регрессия: для каждого замаскированного пикселя отбирались 50 «аналоговых» безоблачных пикселей в радиусе 30 пикселей с минимальным евклидовым расстоянием по спектральным каналам опорного снимка. По этой выборке обучалась простая линейная модель, связывающая значения каналов в опорном снимке со значениями целевого канала в безоблачных соседях. Полученная модель применялась к замаскированному пикселю [4].

Третья итерация выполняла постпроцессинговое гистограммное согласование: яркостное распределение восстановленного фрагмента приводилось к статистике ближайшей безоблачной окрестности (среднее и стандартное отклонение по каждому каналу), что снижало заметные границы между восстановленными и оригинальными пикселями.

4. Оценка качества реконструкции

Для количественной оценки метода из набора безоблачных снимков были искусственно вырезаны фрагменты известной формы и поверх них наложены реальные облачные маски. Пайплайн восстанавливал скрытые пиксели, после чего вычислялись средняя абсолютная ошибка (MAE) и коэффициент структурного сходства (SSIM) между восстановленным и оригинальным изображением. Предложенный трёхэтапный итеративный подход показал снижение MAE на 23–31% относительно метода простой линейной интерполяции на тестовой выборке, включающей 12 сцен для различных типов ландшафта. Наилучшие результаты получены для однородных поверхностей (поля, водоёмы); наибольшая погрешность сохраняется в зонах с высокой текстурной изменчивостью (городская застройка, хвойный лес с мозаичной структурой) [3].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В исследовании предложен и реализован итеративный алгоритм восстановления пикселей, закрытых облаками и тенями, на многоспектральных снимках Sentinel-2 и Landsat-8/9. Пайплайн включает: (1) автоматическое маскирование по

слоям SCL и QA_PIXEL; (2) формирование временного стека опорных снимков с межплатформенным спектральным согласованием; (3) трёхшаговую итеративную реконструкцию, объединяющую временную интерполяцию, пространственную регрессию по аналоговым пикселям и гистограммное согласование. Тестирование на реальных данных подтвердило эффективность подхода: MAE снижается на 23–31% по сравнению с линейной интерполяцией. Разработанный инструментарий может быть использован для формирования облачно-свободных композитов в задачах мониторинга вегетации, детектирования изменений и картографирования земельного покрова.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Drusch M., Del Bello U., Carlier S. et al. Sentinel-2: ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services // Remote Sensing of Environment. — 2012. — Vol. 120. — P. 25–36.
2. Vermote E., Justice C., Claverie M., Franch B. Preliminary analysis of the performance of the Landsat 8/OLI land surface reflectance product // Remote Sensing of Environment. — 2016. — Vol. 185. — P. 46–56.
3. Zhu Z., Woodcock C. E. Object-based cloud and cloud shadow detection in Landsat imagery // Remote Sensing of Environment. — 2012. — Vol. 118. — P. 83–94.
4. Zhu X., Chen J., Gao F. et al. An enhanced spatial and temporal adaptive reflectance fusion model for complex heterogeneous regions // Remote Sensing of Environment. — 2010. — Vol. 114, № 11. — P. 2610–2623.
5. Roy D.P., Kovalskyy V., Zhang H. K. et al. Characterization of Landsat-7 to Landsat-8 reflective wavelength and normalized difference vegetation index continuity // Remote Sensing of Environment. — 2016. — Vol. 185. — P. 57–70.
6. Gorelick N., Hancher M., Dixon M. et al. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone // Remote Sensing of Environment. — 2017. — Vol. 202. — P. 18–27.

7. Обработка геопространственных растровых данных средствами библиотеки rasterio [Электронный ресурс]. URL: <https://rasterio.readthedocs.io/> (дата обращения: 01.04.2026).

2.11 ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ПРЕДИКТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКСПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА В ЗАДАЧАХ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

Турабов Джавад Ринатович,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 222331@edu.fa.ru

Исхаков Максуд Алиевич,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 224058@edu.fa.ru

Научный руководитель:
Кораблев Юрий Александрович,
Кандидат экономических наук, доцент Кафедры бизнес-информатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, uakorablev@fa.ru

Работа посвящена поиску новых способов оценки устойчивости региональных экономик через анализ экспортного потенциала. В условиях, когда классические расчеты теряют точность из-за санкций и изменения логистики, авторы предлагают использовать алгоритмы машинного обучения. В ходе исследования спроектирована система автоматического сбора данных из официальных источников (Росстат, ФТС, ЦБ РФ) и протестирован прототип модели на базе случайного леса и градиентного бустинга. Главный акцент сделан на создании предиктивной тепловой карты, которая позволяет региональным властям заранее видеть финансовые риски и точно поддерживать предприятия. Ожидается, что переход к управлению на основе прогнозных данных поможет сократить потери региональных бюджетов на 15%.

Ключевые слова: экспортный потенциал, пространственное развитие территорий, машинное обучение, предиктивная аналитика, региональная экономика, оценка рисков, цифровизация управления.

ВВЕДЕНИЕ

Современная экономическая ситуация характеризуется высокой неопределенностью: санкционные ограничения и перестройка глобальных логистических цепочек радикально изменили условия работы российских экспортеров. Поскольку именно экспортноориентированные предприятия выступают опорными точками роста для большинства из 89 субъектов РФ, их финансовая дестабилизация неизбежно приводит к каскадным рискам для региональных бюджетов. В текущих реалиях стандартные эконометрические подходы демонстрируют снижение точности прогнозирования на 30%, так как они не учитывают резкие структурные сдвиги и нелинейные зависимости.

В связи с этим возникает критическая необходимость трансформации подходов к управлению пространственным развитием. Переход от реактивной модели управления к предиктивной аналитике на базе Data Science позволяет органам власти действовать на опережение. Использование интеллектуального анализа данных дает возможность не просто фиксировать текущие убытки, а предсказывать возникновение кассовых разрывов и оценивать налоговый потенциал территорий с высокой точностью. Данная работа направлена на разработку технологического фундамента для принятия управленческих решений, основанных на «твердых» данных и методах машинного обучения.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Методологический аппарат исследования строится на концепции интеграции потоковых макроэкономических данных в контур государственного управления. Процесс разделен на три взаимосвязанных этапа: формирование гетерогенной ин-

формационной базы, разработку предиктивного ядра и создание системы пространственной визуализации.

На первом этапе решалась задача преодоления фрагментарности данных. С помощью разработанных на языке Python скриптов настроен автоматизированный сбор информации через API-шлюзы ключевых ведомств: Росстата (социально-экономические показатели), ФТС (стоимостные и физические объемы экспорта) и Банка России (динамика валютных курсов и ставки межбанковского кредитования). Основная сложность заключалась в синхронизации временных рядов разной частоты (ежемесячные данные ФТС против квартальной отчетности по ВВП). Для устранения лагун и шумов в данных применялись методы интерполяции и нормализации, что позволило сформировать репрезентативный датасет объемом свыше 500 тысяч записей, охватывающий период структурных трансформаций 2022–2025 гг.

Особое внимание в работе уделено инженерному анализу признаков (Feature Engineering). В модель были включены не только прямые финансовые показатели, но и производные индикаторы: коэффициент волатильности экспортной выручки, индекс логистического плеча и синтетический показатель санкционной устойчивости отрасли. Использование ансамблевых алгоритмов — случайного леса (Random Forest) и градиентного бустинга (XGBoost) — позволило учесть нелинейный характер влияния внешних шоков на региональную экономику. В отличие от классических регрессионных моделей, данные методы эффективно выявляют скрытые зависимости, например влияние изменения курсов валют на налоговый потенциал региона с учетом временного лага в 3–6 месяцев. В результате кросс-валидации на тестовых выборках точность прогнозирования (Ассигасу) составила 93%, что подтверждает адекватность выбранного подхода.

Третий этап реализации посвящен интерпретации полученных прогнозов. С помощью библиотек GeoPandas и Matplotlib разработана предиктивная тепловая карта. Она выступает

в роли цифрового двойника экспортной активности территорий. Система классифицирует 89 субъектов РФ по трем зонам финансового риска: «зеленая» (устойчивый рост), «желтая» (необходимость мониторинга) и «красная» (критическая угроза бюджетного дефицита). Такой подход превращает абстрактные цифры в наглядный инструмент поддержки принятия решений (СППР), позволяя выделять проблемные точки на карте пространственного развития страны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование демонстрирует, что в условиях цифровой трансформации экономики переход к управлению на основе «твердых данных» становится безальтернативным. Разработанный прототип системы предиктивной аналитики позволяет трансформировать реактивный подход в проактивную стратегию. Региональные власти получают возможность не просто констатировать спад производства, а заблаговременно — за два квартала до наступления кризиса — идентифицировать риски и осуществлять адресную поддержку экспортеров (льготное кредитование, субсидирование логистики).

Экономический эффект от внедрения подобных MLOps-решений оценивается в среднем в 15% экономии бюджетных средств за счет предотвращения кассовых разрывов и оптимизации мер поддержки. Предложенная методология масштабируема и может быть интегрирована в существующие государственные информационные системы, обеспечивая технологический суверенитет и устойчивое пространственное развитие территорий в условиях глобальной нестабильности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года: распоряжение Правительства РФ от 13.02.2019 № 207-р (ред. от 30.09.2024). — Доступ из СПС «КонсультантПлюс».

2. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2025: Статистический сборник / Росстат. — Москва, 2025. — 1262 с.
3. Жерон, О. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn, Keras и TensorFlow: концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем: перевод с английского. — 2-е изд. — Санкт-Петербург: Диалектика, 2020. — 1040 с.
4. Таненбаум, Э., Уизеролл, Д. Компьютерные сети. — 6-е изд. — Санкт-Петербург: Питер, 2023. — 992 с.
5. Бринк, Х., Ричардс, Д., Феверолф, М. Машинное обучение: [для профессионалов]. — Санкт-Петербург: Питер, 2017. — 336 с.
6. Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт [Электронный ресурс]. — URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 01.04.2026).
7. Федеральная таможенная служба: официальный сайт [Электронный ресурс]. — URL: <https://customs.gov.ru/> (дата обращения: 02.04.2026).
8. Единый портал внешнеэкономической информации Минэкономразвития России [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.ved.gov.ru/> (дата обращения: 05.04.2026).

2.12 RFM-АНАЛИЗ И СЕГМЕНТАЦИЯ КЛИЕНТСКОЙ БАЗЫ МАГАЗИНА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАРКЕТИНГОВЫХ РЕШЕНИЙ

Калыбеков Билал,

Студент бакалавриата, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, kbbilal@kstu.kg

Научный руководитель:

Джаманбаев Мураталы Джузумалиевич,

Доктор физико-математических наук, профессор, член-кор-

респондент Национальной академии наук Кыргызской Республики, заведующий Кафедры информационных технологий, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, jamanbaevm@kstu.kg

В работе рассматривается возможность применения RFM-анализа для сегментации клиентской базы интернет-магазина и последующего выбора адресных маркетинговых действий. Актуальность темы обусловлена тем, что в условиях цифровизации торговли даже небольшой массив транзакционных данных позволяет быстро выявлять различия в покупательском поведении и принимать решения не интуитивно, а на основе показателей. Цель исследования заключается в том, чтобы показать, как показатели Recency, Frequency и Monetary могут быть использованы для классификации клиентов, оценки вклада сегментов в выручку и поиска направлений роста. В работе использованы учебные данные по заказам магазина за сентябрь-декабрь 2025 года. В результате показано, что RFM-подход позволяет выделить VIP-клиентов, активных, новых, обычных и спящих покупателей, оценить, какие сегменты формируют основную долю выручки, и обосновать разные сценарии удержания, реактивации и стимулирования повторных покупок. Практическая значимость исследования состоит в том, что предложенный подход легко воспроизводится в электронных таблицах и может быть использован как быстрый инструмент поддержки маркетинговых решений.

Ключевые слова: RFM-анализ, сегментация клиентов, маркетинговая аналитика, клиентская база, цифровая экономика, выручка.

ВВЕДЕНИЕ

В цифровой экономике данные о покупательском поведении становятся одним из наиболее доступных ресурсов для принятия управленческих решений. Даже при сравнительно небольшом объёме заказов компания может оценить, как давно клиент совершал покупку, насколько часто он возвращает-

ся и какой финансовый вклад вносит в выручку. Такие оценки особенно важны для малого и среднего бизнеса, где маркетинговый бюджет ограничен и ошибки в выборе целевой аудитории приводят к прямым потерям.

Одним из наиболее практичных инструментов первичной сегментации клиентской базы является RFM-анализ. Он основан на трёх признаках: давность последней покупки, частота покупок и денежный вклад клиента. Преимущество метода состоит в его наглядности, простоте расчёта и ориентации на управленческое действие. В отличие от абстрактной группировки, RFM-сегментация сразу подводит к вопросу: кого следует удерживать, кого развивать, а кого возвращать специальными предложениями.

Цель исследования — показать применимость RFM-анализа для сегментации клиентской базы магазина и формулирования адресных маркетинговых действий на основе результатов обработки транзакционных данных.

ИССЛЕДОВАНИЕ

В качестве исходной базы использован учебный набор заказов интернет-магазина за период с сентября по декабрь 2025 года. По данным анализа было рассмотрено 100 заказов, 25 клиентов и общая выручка 807 246 сомов. Средний чек составил 8072 сома. Уже на уровне агрегированных показателей видно, что внутри базы могут существовать клиенты с разной экономической значимостью: часть покупателей совершает разовые покупки, тогда как другая часть формирует устойчивый поток заказов и выручки.

На первом этапе для каждого клиента были рассчитаны показатели R, F и M. Показатель Recency отражает количество дней с момента последней покупки: чем он меньше, тем выше вероятность сохранения актуального контакта с клиентом. Показатель Frequency фиксирует число заказов за анализируемый период и позволяет отличить случайные покупки от устойчивого потребительского поведения. Показатель Monetary характе-

ризует суммарный денежный вклад клиента и показывает, кто именно обеспечивает наибольшую часть выручки.

На втором этапе рассчитанные значения были преобразованы в рейтинговые оценки от 1 до 5 по каждому параметру. Такая шкала делает результаты сопоставимыми и позволяет перейти от сырых чисел к понятным управленческим категориям. После этого на основе сочетаний оценок были выделены сегменты: VIP-клиенты, активные клиенты, новые клиенты, обычные клиенты и спящие клиенты. Подобная логика сегментации удобна тем, что она понятна не только аналитику, но и менеджеру, который отвечает за маркетинг и продажи.

Логика интерпретации сегментов следующая. VIP-клиенты характеризуются высоким денежным вкладом и высокой частотой покупок. Для них важны персональные предложения, приоритетное обслуживание и меры удержания. Активные клиенты покупают регулярно, но их потенциал ещё не полностью реализован, поэтому для них целесообразны кросс-продажи, апселл и предложения новинок. Новые клиенты требуют мягкой адаптации: приветственной коммуникации, понятной навигации по ассортименту и стимулирования второй покупки. Обычные клиенты поддерживают базовую выручку и могут быть вовлечены через стандартные рассылки и акции. Спящие клиенты — это аудитория с большой давностью последней покупки; для неё необходимы реаквационные кампании, купоны, напоминания и триггерные сообщения.

Практическая ценность RFM-анализа проявляется не только в статичном разбиении базы, но и в сопоставлении сегментов с динамикой выручки. В учебных данных наблюдается снижение выручки к декабрю, что даёт основание искать, какой именно сегмент сократил активность. Такой подход помогает уйти от общего вывода о падении продаж и перейти к более точной диагностике: снизилась ли активность у новых клиентов, уменьшилось ли число повторных заказов у активных покупателей или произошло проседание в наиболее доходных сегментах. Следовательно, RFM-анализ выступает не просто

способом описания клиентской базы, а инструментом локализации проблемных зон.

С методической точки зрения данный подход удобен тем, что может быть реализован без сложной инфраструктуры. Для первичной сегментации достаточно выгрузки заказов с датой покупки, идентификатором клиента и суммой заказа. Обработка возможна в Excel, Google Sheets, Python или BI-системе. Это делает RFM особенно полезным для учебных проектов, стартапов, небольших интернет-магазинов и организаций, которые только начинают системно работать с клиентской аналитикой.

Вместе с тем метод имеет ограничения. Он опирается только на транзакционное поведение и не учитывает мотивацию клиента, каналы привлечения, ассортиментные предпочтения, сезонность и внешние факторы спроса. Поэтому RFM-анализ целесообразно рассматривать как базовый слой аналитики, который в дальнейшем может быть дополнен когортным анализом, ABC-анализом, показателями customer lifetime value и инструментами прогнозной аналитики.

ВЫВОДЫ

Проведённое исследование показывает, что RFM-анализ является удобным и практически значимым методом сегментации клиентской базы магазина. Он позволяет быстро перейти от набора заказов к структурированному представлению о клиентах и их вкладе в выручку.

Использование трёх показателей — давности, частоты и денежного вклада — даёт возможность выделить сегменты с различной экономической ценностью и подобрать для них разные маркетинговые сценарии. Это повышает адресность коммуникаций, помогает рациональнее использовать бюджет и снижает вероятность принятия решений на основе общих предположений.

Для дальнейшего развития исследования представляется целесообразным расширить набор признаков, добавить анализ товарных категорий и каналов продаж, а также сопоставить RFM-сегменты с динамикой повторных покупок на более

длинном временном интервале. В прикладном плане метод может быть рекомендован как стартовый инструмент клиентской аналитики для торговых организаций, работающих в цифровой среде.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Fader P. S., Hardie B. G. S., Lee K. L. RFM and CLV: Using Iso-Value Curves for Customer Base Analysis // Journal of Marketing Research. 2005. Vol. 42, No. 4. P. 415–430.
2. Yeh I.-C., Yang K.-J., Ting T.-M. Knowledge Discovery on RFM Model Using Bernoulli Sequence // Expert Systems with Applications. 2009. Vol. 36, Issue 3. P. 5866–5871.
3. Christy A. J., Umamakeswari A., Priyatharsini L., Neyaa A. RFM Ranking — An Effective Approach to Customer Segmentation // Journal of King Saud University — Computer and Information Sciences. 2021. Vol. 33, No. 10. P. 1251–1257.
4. Информационное письмо IV Международной научно-практической конференции Студентов и аспирантов «Цифровизация экономики и финансов: модели, методы и технологии». Москва, 2026.

2.13 АДАПТИВНАЯ НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ШАХМАТНОГО ПРОТИВНИКА ДЛЯ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМЫ

Брагин Тимур Ильдарович,
Студент магистратуры, Донецкий государственный университет, Донецк, Россия, fcl_phys_kkt@donnu.ru

Научный руководитель:

Максименко Игорь Иванович,
Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры компьютерных технологий, Донецкий государственный университет, Донецк, Россия, i.maksimenko@donnu.ru

Стандартные шахматные программы вроде Stockfish или Leela Chess Zero работают при фиксированных настройках и ни-

как не учитывают уровень конкретного игрока. В статье описана нейросетевая система RuChess, построенная на базе FastAPI и PyTorch. Нейросеть RuChessNet имеет остаточную архитектуру: 10 блоков, 128 фильтров, суммарно 3 519 751 параметр. Обучение проводилось на 1 762 319 позициях из 30 000 партий базы Lichess (рейтинг не ниже 1600). Ход выбирается алгоритмом MCTS с нейросетевой оценкой политики и ценности позиции. Для определения силы игры разработан профилировщик на основе однослойного анализа ходов с экспоненциальным скользящим окном ($\text{decay}=0,92$); по его данным вычисляется приблизительный ELO-рейтинг пользователя. Контроллер сложности использует этот рейтинг для подбора параметров движка из четырёх уровней. Система проверена 16 юнит-тестами в составе учебного прототипа RuChess.

Ключевые слова: адаптивный шахматный ИИ, нейронная сеть, Monte Carlo Tree Search, профилировщик игрока, онлайн-платформа, глубокое обучение

ВВЕДЕНИЕ

Lichess и Chess.com суммарно насчитывают десятки миллионов зарегистрированных пользователей, многие из которых регулярно играют против компьютера. Задача подобрать соперника нужной силы решается по-разному, но с одним общим недостатком: движки типа Stockfish оптимизированы под победу, а не под имитацию конкретного человека. Если просто ограничить глубину поиска, ошибки распределяются по партии равномерно, тогда как реальный игрок ошибается по-своему: чаще в эндшпиле, или при расчёте тактики, или при оценке пешечных структур. Для новичка это хорошо заметно: компьютер вроде бы играет слабо, но совсем не похоже на живого человека сопоставимого уровня. В других жанрах задача давно решена: в FIFA или StarCraft II адаптивный ИИ стал стандартом, и игрок почти не замечает, что сложность меняется под него. В шахматных приложениях такого практически нет. Цель данной работы состояла в том, чтобы построить систему, которая

сама определяет уровень пользователя по ходу партии и подстраивает силу игры без каких-либо настроек с его стороны.

ИССЛЕДОВАНИЕ

1. Анализ существующих решений

Для сопоставления с разработанной системой рассмотрим две основные группы шахматных движков. Первое — алгоритмические движки. Stockfish [2] использует минимакс с альфа-бета-отсечением и статическую оценочную функцию; он играет сильнее любого человека, но никакого анализа стиля соперника не проводит. Второе направление — нейросетевые системы. AlphaZero и её открытая копия Leela Chess Zero [3] обучены методом self-play через обучение с подкреплением; их сеть выдаёт вектор политики и оценку позиции, которые направляют алгоритм MCTS [1]. Гибкость нейросетевого подхода привлекательна, однако на практике оба проекта тоже нацелены только на победу и не предусматривают подстройки под конкретного пользователя. Снижение уровня игры там реализовано ограничением времени на обдумывание или числа симуляций, а это не то же самое, что имитация живого соперника. Никакого анализа того, как именно играет пользователь и где он ошибается, в этих системах нет. Помимо этого, вычислительные требования AlphaZero-подобных систем делают их неудобными для встраивания в лёгкий веб-сервис [4].

2. Архитектура системы RuChess

Прототип состоит из трёх частей. Клиент написан на Next.js 14 с TypeScript, серверная часть использует Node.js, Express, Socket.IO и PostgreSQL, а вся работа с нейросетью вынесена в отдельный AI-микросервис на FastAPI и PyTorch. Такое разделение позволяет масштабировать AI-часть независимо от основного сервера. Обмен между сервером и микросервисом идёт по REST API, позиция доски передаётся в формате FEN. Нейросеть RuChessNet принимает на вход тензор $17 \times 8 \times 8$. Из 17 плоскостей 12 кодируют фигуры обеих сторон, одна показывает очерёдность хода, четыре отвечают за права рокировки.

Далее следуют 10 остаточных блоков по 128 фильтров с batch normalization [6, 7]. После них сеть разделяется: голова политики выдаёт распределение по 4096 ходам (log_softmax), голова ценности возвращает скалярную оценку позиции (tanh). Всего в модели 3 519 751 параметр. Для обучения отобрано 30 000 партий с Lichess (рейтинг от 1600), из которых с зеркальным аугментированием получилось 1 762 319 позиций. Обучение проводилось 20 эпох на устройстве с Apple MPS; лучший результат на валидации — 2,6140 (эпоха 19). Нужно отметить, что первая версия модели обучалась на 3 000 партий без фильтра по рейтингу и заметно переобучалась. Увеличение выборки и фильтрация по ELO исправили это. Резервный поиск реализован через минимакс с альфа-бета-отсечением, упорядочиванием ходов по MVV-LVA и таблицами позиционной ценности фигур.

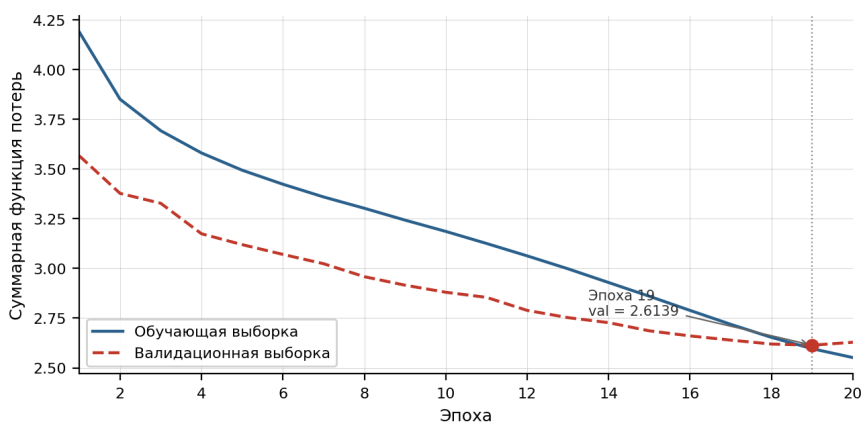


Рис. 1. Динамика функции потерь при обучении нейросети RuChessNet

3. Адаптивный контур: профилировщик и контроллер сложности

Профилировщик и контроллер сложности работают в связке. Профилировщик работает по принципу однослойного

анализа: после каждого хода пользователя перебираются ответные ходы соперника и находится максимально возможный материальный выигрыш. Разница между этим максимумом и реально сделанным ходом записывается как потеря. Скользящее среднее по последним 15 ходам с затуханием 0,92 позволяет быстро реагировать на свежие ошибки, не забывая о старых. По накопленной статистике рассчитывается приблизительный рейтинг: $ELO = 2200 - \text{avg\_loss} \times 680 - \text{blunder\_rate} \times 1800$, с ограничением [600; 2200]. Контроллер сложности берёт этот рейтинг и интерполирует параметры между четырьмя опорными профилями: easy (до 800), medium (800–1300), hard (1300–1800) и expert (от 1800). Переход между ними плавный. Регулируются число симуляций MCTS, температура выбора хода, глубина минимакса и вероятность намеренной ошибки [5]. Для пользователя всё это происходит незаметно. Работа всех компонентов проверена 16 юнит-тестами, включая тесты профилировщика, контроллера и корректности генерируемых ходов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогам работы получена нейросетевая шахматная система с адаптивным контуром управления сложностью. Нейросеть RuChessNet обучена на реальных партиях с Lichess и показала валидационную потерю 2,6140 к 19-й эпохе из 20. Профилировщик определяет уровень пользователя прямо в ходе партии, не обращаясь к сторонним движкам. Контроллер сложности на основе полученного ELO-рейтинга подбирает параметры движка, и для пользователя это выглядит как естественная подстройка под его уровень игры. Проверка на прототипе RuChess и набор из 16 юнит-тестов подтвердили работоспособность схемы; задержка при генерации хода через MCTS укладывается в допустимые для веб-интерфейса рамки. Использованные в работе методы имеют и более широкую методологическую применимость. В частности, сочетание оценки состояния, перебора сценариев по методу

Монте-Карло и поведенческого профилирования может быть адаптировано для интеллектуальных финансовых систем, в которых требуется анализ последовательности событий, оценка возможных вариантов развития ситуации и настройка стратегии под профиль пользователя. Дальнейшее развитие может включать переход к reinforcement learning и добавление объяснения ходов, чтобы система работала не только как соперник, но и как тренажёр.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Silver D., Schrittwieser J., Simonyan K. et al. Mastering Chess and Shogi by Self-Play with a General Reinforcement Learning Algorithm [Электронный ресурс] // arXiv.org. — 2017. — URL: <https://arxiv.org/abs/1712.01815> (дата обращения: 14.09.2025).
2. Stockfish — официальный сайт шахматного движка [Электронный ресурс]. — URL: <https://stockfishchess.org/> (дата обращения: 11.09.2025).
3. Leela Chess Zero — официальный сайт проекта [Электронный ресурс]. — URL: <https://lczero.org/> (дата обращения: 09.09.2025).
4. Justesen N., Bontrager P., Togelius J., Risi S. Deep Learning for Video Game AI [Электронный ресурс] // arXiv.org. — 2019. — URL: <https://arxiv.org/abs/1905.12683> (дата обращения: 11.09.2025).
5. Lichess — открытая шахматная платформа [Электронный ресурс]. — URL: <https://lichess.org/> (дата обращения: 10.09.2025).
6. LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep learning [Электронный ресурс] // Nature. — 2015. — Vol. 521, № 7553. — P. 436–444. — URL: <https://www.nature.com/articles/nature14539> (дата обращения: 11.09.2025).
7. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning [Электронный ресурс]. — Cambridge: MIT Press, 2016. — 775 p. — URL: <https://www.deeplearningbook.org/> (дата обращения: 12.09.2025).

2.14 СОЗДАНИЕ СОБСТВЕННОГО ДВУЯЗЫЧНОГО КОРПУСА ТЕКСТОВ С БАЗОЙ ДАННЫХ

Эшенкулова Акнур Нургазиевна,

Студент бакалавриата, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, aknura1507@kstu.kg

Тыныбекова Айпери Максатовна,

Студент бакалавриата, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, ajperi452@kstu.kg

Бактияр уулу Рахат,

Студент бакалавриата, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, rashka200608@kstu.kg

Научный руководитель:

Токтоналы Аида,

Старший преподаватель Кафедры прикладной математики и информатики, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, aidatoktonaly@kstu.kg

Статья посвящена созданию специализированного двуязычного корпуса текстов в области информационных технологий и разработке программной системы для автоматического поиска семантических соответствий с использованием алгоритмов машинного обучения. Описываются сбор данных из разнородных источников, их очистка, сегментация, векторизация и нейросетевое кодирование предложений с применением модели LaBSE. Для оценки качества параллельных пар используется система из пяти метрик: косинусное сходство, TF-IDF, F1-мера, L1 и L2 расстояния. Разработан веб-интерфейс на основе Flask для визуализации результатов. Корпус и программный инструмент применимы в задачах NLP, машинного перевода, информационного поиска и лингвистических исследований.

Ключевые слова: обработка естественного языка, кыргызский язык, векторизация, LaBSE, семантическое сходство, параллельный корпус.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие технологий обработки естественного языка (NLP) определяется доступностью текстовых корпусов — структурированных коллекций текстов, подготовленных для автоматической обработки. Для крупных языков (английского, китайского, испанского) существуют корпуса объёмом в сотни миллиардов слов. Большинство остальных языков мира относятся к мало-ресурсным (low-resource): данных мало, инструменты несовершенны.

Кыргызский язык относится именно к этой категории. Несмотря на статус государственного языка КР и несколько миллионов носителей, специализированных корпусов почти нет, предобученных языковых моделей единицы, а инструменты морфологического анализа находятся на ранних стадиях разработки.

Целью работы является создание двуязычного ИТ-корпуса и разработка системы автоматического поиска семантических соответствий с применением многоязычной модели LaBSE, проецирующей предложения разных языков в единое векторное пространство. Ключевая особенность системы — расширенный набор из пяти метрик сходства, включая L1 и L2 расстояния.

ИССЛЕДОВАНИЕ

1. Теоретические основания и обзор существующих подходов

Первые электронные корпуса (Brown Corpus, 1960-е) создавались вручную и содержали около миллиона слов. Британский национальный корпус (100 млн слов) ввёл практику автоматической лингвистической разметки. Параллельные корпуса (Europarl, корпуса ООН) стали стандартными ресурсами для машинного перевода 2000-х. Революционным изменением

стала модель BERT (Devlin et al., 2018); на её основе разработана LaBSE (Feng et al., 2020), обученная на 6 млрд параллельных предложений на 109 языках с оптимизацией для задачи поиска параллельных предложений. Для малоресурсных языков исследователи рекомендуют гибридную стратегию: автоматизированный сбор с ручной верификацией.

2. Методология формирования корпуса

Для кыргызской части использовались новостные порталы: Azattyk, Kaktus.media, BBC Kyrgyz, Super.kg; образовательный портал — Kutbilim, кыргызский раздел Википедии, а также учебные материалы в форматах PDF и EPUB. Для английской части — тематические ИТ-статьи из открытых источников.

Сбор веб-текстов требовал индивидуальной настройки правил парсинга для каждого ресурса. PDF/EPUB-документы конвертировались в DOCX для единообразной обработки. После автоматической очистки проводилась обязательная ручная верификация каждого документа: для малоресурсного языка этот этап является не факультативным, а ключевым условием получения надёжных данных.

3. Архитектура программной системы

Корпус организован в виде двух директорий: `kyrgyz_docs` и `english_docs`. Файлы сопоставляются попарно (первый кыргызский — с первым английским и т.д.), поэтому корректная сортировка критически важна. Реализована функция натуральной сортировки `natural_sort_key`, обрабатывающая числа в именах файлов как числа, а не строки:

```
def natural_sort_key(s):  
    return [int(text) if text.isdigit() else text.lower()  
            for text in re.split('([0-9]+)', s)]
```

Сегментация документов на предложения выполняется с помощью `sent_tokenize` (NLTK). Работа на уровне предложений, а не документов, позволяет искать конкретные смысловые соответствия — пары предложений, выражающих одно содержание на двух языках. Ограничение: NLTK не имеет специализированной модели для кыргызского языка.

Для межъязыкового кодирования применяется LaBSE, проецирующая предложения в пространство размерностью 768:

```
model = SentenceTransformer('sentence-transformers/LaBSE')
emb_k = model.encode(ks, convert_to_tensor=True)
emb_e = model.encode(es, convert_to_tensor=True)
```

Алгоритм поиска параллельных пар вычисляет матрицу косинусного сходства $M \times N$ между всеми предложениями пары документов и выбирает наилучшее соответствие при условии: $\cosine \geq 0.7$ и данное английское предложение ещё не использовалось. Порог 0.7 выбран эмпирически; для машинного перевода его целесообразно повышать до 0.8–0.85, для информационного поиска — снижать до 0.6.

Система рассчитывает пять метрик для каждой найденной пары:

- Косинусное сходство LaBSE — основной критерий отбора пар, измеряет угол между векторами.
- TF-IDF сходство — придаёт меньший вес частотным словам, выявляет общие заимствованные термины (software, internet).
- F1-мера — лексическое перекрытие множеств уникальных слов (harmonic mean precision и recall).
- L1 (манхэттенское) и L2 (евклидово) расстояния — абсолютные геометрические расстояния в векторном пространстве, дополняют косинусное сходство измерением «интенсивности» смысла:

```
l1_dist = torch.norm(v_k - v_e, p=1).item()
l2_dist = torch.norm(v_k - v_e, p=2).item()
```

Система реализована как Flask веб-приложение: при обращении с параметром `run=true` запускается полный цикл анализа; на странице результатов отображаются кыргызское предложение, английское и все пять метрик.

4. Результаты

В таблице 1 представлены диапазоны значений метрик по всей совокупности найденных параллельных пар.

Косинусное сходство варьируется от 0.0141 до 0.9329, что отражает реальную неоднородность корпуса; максимум 0.9329

Таблица 1. Диапазоны значений метрик семантического сходства по результатам анализа корпуса

Метрика	Макс. значение	Мин. значение
Cosine similarity	0.9329	0.0141
TF-IDF сходство	0.1944	0.0
F1-Score	0.1463	0
L1 (манхэттенское расстояние)	31.0644	7.7414
L2 (евклидово расстояние)	1.382	0.3664

свидетельствует о способности системы выявлять практически идентичные по смыслу предложения на двух языках. Метрики TF-IDF и F1 закономерно принимают низкие значения: кыргызский и английский словари почти не пересекаются, ненулевые значения обусловлены заимствованными ИТ-терминами. L1/L2 отражают абсолютное расстояние в 768-мерном пространстве; малые значения L2 (< 0.5) в сочетании с высоким cosine указывают на высокое качество пары.

В таблице 2 приведены два примера найденных пар — высококачественного и низкокачественного соответствия.

Первый пример (тема WeChat, cosine = 0.9201, L2 = 0.3997) демонстрирует высококачественное соответствие: оба предложения содержат одинаковые числовые данные и терминологию. Второй пример (тема «Санариптик активдер», cosine = 0.2719) иллюстрирует корректную фильтрацию: предложения относятся к близкой тематике, но описывают принципиально разные сущности. Такие пары отсекаются порогом cosine < 0.7 .

5. Обсуждение результатов и альтернативные подходы

Разработанная система продемонстрировала работоспособность. Основное практическое ограничение — вычислительная нагрузка LaBSE: на устройстве с 8 ГБ ОЗУ и процессором x64 первичная загрузка занимала около 3 часов (последующие запуски — ~15 мин); на устройстве с 16 ГБ ОЗУ, AMD Ryzen 98940

Таблица 2. Примеры найденных параллельных пар предложений с рассчитанными метриками

Кыргызское предложение	Английское предложение	Значения метрик
Топик: WeChat 2014-жылдын аягы-на чейин WeChat'тагы расмий аккаунттардын саны 8 миллионго жеткен.	By the end of 2014, the number of WeChat official accounts had reached 8 million.	Cosine: 0.9201 TF-IDF: 0.0776 F1-Score: 0.087 L1: 8.769 L2: 0.3997
Топик: Санариптик активдер Компаниянын жалгыз уюштуруучусу Кыргыз Республикасынын Финансы министрлиги болуп саналат.	Many of control issues relating to access and transferability are maintained by individual companies.	Cosine: 0.2719 TF-IDF: 0.0 F1-Score: 0 L1: 26.9386 L2: 1.2067

НХ и GEFORCE RTX 5060 — около 3 минут (GPU ускоряет матричные операции).

Для слабых устройств рассматривался CountVectorizer: он требует значительно меньше памяти и быстро обрабатывает большие объёмы данных. Однако CountVectorizer не способен выявлять межъязыковые семантические соответствия — метрики сходства для кыргызско-английских пар оказываются нулевыми. Метод целесообразен только для обнаружения дублей внутри однородного одноязычного корпуса.

Перспективные направления оптимизации: кеширование вычисленных эмбеддингов; применение FAISS для приближённого поиска ближайших соседей при масштабировании; вынесение порогового значения 0.7 в настраиваемый параметр интерфейса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования создана и реализована система формирования двуязычного ИТ-корпуса и автоматического поиска

семантических соответствий между кыргызскими и английскими предложениями. Система реализует полный цикл: от сбора данных и ручной верификации до нейросетевого анализа с визуализацией через веб-интерфейс.

Ключевые технические решения: применение LaBSE для межъязыкового сопоставления в едином векторном пространстве; натуральная сортировка файлов для корректного парного соответствия; расширенная система из пяти метрик, обеспечивающая многоаспектную оценку каждой пары. Совместное использование cosine с L1/L2 даёт более полную картину семантической близости, чем любая отдельная метрика.

Установлено, что для малоресурсного языка этап ручной обработки данных является необходимым условием получения надёжных результатов. Практическая значимость работы — конкретный вклад в восполнение дефицита цифровых языковых ресурсов для кыргызского языка. Перспективы развития: разработка специализированного токенизатора для кыргызского языка, расширение объёма корпуса, введение настраиваемых порогов и экспорт в стандартные форматы (TMX, CSV).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Devlin J., Chang M.-W., Lee K., Toutanova K. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding // Proceedings of NAACL-HLT. — 2019. — С. 4171–4186.
2. Feng F., Yang Y., Cer D., Arivazhagan N., Wang W. Language-agnostic BERT Sentence Embedding // Proceedings of the 60th Annual Meeting of ACL. — 2022. — С. 878–891.
3. Koehn P. Europarl: A Parallel Corpus for Statistical Machine Translation // MT Summit. — 2005. — Vol. 5. — С. 79–86.
4. Reimers N., Gurevich I. Sentence-BERT: Sentence Embeddings using Siamese BERT-Networks // Proceedings of EMNLP. — 2019. — С. 3982–3992.
5. Pedregosa F. et al. Scikit-learn: Machine Learning in Python // Journal of Machine Learning Research. — 2011. — Vol. 12. — С. 2825–2830.

6. Bird S., Klein E., Loper E. Natural Language Processing with Python. — O'Reilly Media, 2009. — 504 с.
7. Johnson M., Schuster M. et al. Google's Multilingual Neural Machine Translation System // Transactions of ACL. — 2017. — Vol. 5. — С. 339–351.
8. Johnson J., Douse M., Jégou H. Billion-scale similarity search with GPUs // IEEE Transactions on Big Data. — 2021. — Vol. 7, № 3. — С. 535–547.

2.15 ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПОМОЩИ ЛЮДЯМ С НАРУШЕНИЯМИ СЛУХА

Чибикова Валерия Максимовна,
Студент бакалавриата, МИРЭА — Российский технологический университет, Москва, Россия, lozovskij@mirea.ru

Научный руководитель:

Лозовский Владимир Валерьевич,
Кандидат технических наук, доцент Кафедры вычислительной техники, МИРЭА — Российский технологический университет, Москва, Россия, lozovskij@mirea.ru

В работе рассматривается эффективность применения технологий искусственного интеллекта в сфере помощи людям с нарушениями слуха. Проанализированы основные направления использования ИИ, включая распознавание и синтез речи, перевод жестового языка, интеллектуальную обработку звуковых сигналов и мультимодальные ассистивные системы. Выявлено, что внедрение ИИ-технологий способствует улучшению коммуникации, повышению доступности образования и профессиональной деятельности и росту уровня самостоятельности. Выявлены ключевые ограничения данных решений.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нарушения слуха, ассистивные технологии

ВВЕДЕНИЕ

По данным Всемирной организации здравоохранения более 5% населения мира страдают инвалидизирующей потерей слуха. Люди с частичной или полной потерей слуха сталкиваются с устойчивыми барьерами в процессе коммуникации, получения образования, профессиональной деятельности, чаще подвергаются опасности на улице и страдают от бытовой недоступности.

Слуховые аппараты и кохлеарные импланты не всегда обеспечивают достаточный уровень компенсации слуховой функции, особенно в условиях сложной акустической среды и групповой коммуникации.

Развитие технологий искусственного интеллекта открыло новые возможности для создания ассистивных решений, ориентированных на потребности людей с нарушениями слуха.

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Нарушения слуха различаются по степени и характеру снижения слуховой функции. Эти различия определяют выбор средств технической и социальной поддержки.

Проблемы с коммуникацией, получением образования и профессиональной деятельностью связаны с социальной адаптацией и формируют замкнутый цикл, который негативно сказывается на качестве жизни. Сложности с коммуникацией приводят к низкому уровню образования, что в свою очередь приводит к проблемам при трудоустройстве на высокооплачиваемые должности, что приводит к снижению уровня жизни и социальной изоляции.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПОМОЩИ ЛЮДЯМ С НАРУШЕНИЯМИ СЛУХА

В контексте разработки ассистивных технологий для людей с нарушениями слуха наибольшую значимость имеют распознавание и синтез речи, компьютерное зрение, обработка естественного языка и генеративные модели.

Технологии автоматического распознавания речи обеспечивают преобразование устной речи в текст в режиме реального времени. Данные системы используются для создания субтитров, расшифровки лекций, совещаний и телефонных разговоров.

Технологии синтеза речи обеспечивают преобразование текстовых сообщений, вводимых пользователем, в звуковую форму для взаимодействия со слышащими собеседниками.

Методы компьютерного зрения используются для распознавания жестов, мимики и движений, составляющих основу жестового языка.

Искусственный интеллект активно применяется для улучшения работы слуховых аппаратов и кохлеарных имплантов. Интеллектуальные алгоритмы обработки звука позволяют фильтровать фоновый шум, выделять речевые сигналы и автоматически адаптироваться к условиям окружающей среды. Интеграция генеративных моделей и мультимодальных интерфейсов позволяет создавать интеллектуальные ассистивные системы, сочетающие текстовые, визуальные и интерактивные способы передачи информации.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИИ

Анализ 20 исследований показал, что ИИ-технологии способствуют улучшению коммуникации, участия в классе и академических навыков у студентов с нарушениями слуха, хотя пока ограничены небольшими выборками и доступностью технологий.

Эмпирические данные показывают, что коммерческие ASR-системы демонстрируют более высокий уровень ошибок при работе с речью людей с нарушениями слуха по сравнению с речью слышащих, что подчёркивает необходимость разработки специализированных методов обучения на разнообразных данных таких говорящих. При этом экспериментальная система с адаптацией модели в реальном времени снижала WER для людей с нарушениями слуха в ходе беседы, что свидетельствует

о потенциале интерактивной настройки ИИ.

В области компьютерного зрения и перевода жестового языка исследования показывают высокую точность работы прототипов классификации движений и жестов.

ОГРАНИЧЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ

Несмотря на значительный потенциал технологий искусственного интеллекта в сфере ассистивной поддержки людей с нарушениями слуха, их практическое внедрение сопряжено с рядом ограничений.

Существенным препятствием являются языковые и культурные различия. Жестовые языки не являются универсальными и различаются в зависимости от страны и региона, а внутри одного языка могут существовать диалектные и индивидуальные вариации.

Экономический фактор также играет важную роль. Разработка, внедрение и сопровождение ИИ-технологий могут быть финансово недоступны для отдельных пользователей, образовательных учреждений и организаций.

Наконец, эффективность ИИ-решений напрямую зависит от качества и разнообразия обучающих данных. Ограниченные наборы данных могут приводить к снижению точности, систематическим ошибкам и снижению применимости технологий для отдельных групп пользователей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведённого анализа было выявлено, что технологии искусственного интеллекта обладают значительным потенциалом для повышения доступности коммуникации, образования и профессиональной деятельности людей с нарушениями слуха. Полученные результаты подтверждают целесообразность дальнейшего развития и систематического внедрения технологий искусственного интеллекта как инструмента формирования инклюзивной социальной среды для людей с нарушениями слуха.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Волошинов Д.В., Зюриков М. А. Актуальные проблемы социальной адаптации людей с нарушенным слухом и их решения посредством информационных технологий // Вестник СПбГУТ. 2025. URL: <https://vestnik-sut.ru/2025-2/C04.pdf> (дата обращения: 22.01.26).
2. Глухота и потеря слуха: Информационный материал ВОЗ / Всемирная организация здравоохранения, 2025. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss> (дата обращения: 22.01.2026).
3. Инвалидов по зрению и слуху в России в 200 раз больше, чем по официальной статистике / GXP News, 2022. URL: <https://gxpnews.net/2022/11/invalidov-po-zreniyu-i-sluhu-v-rossii-v-200-raz-bolshe-chem-po-oficzialnoj-statistike/> (дата обращения: 22.01.2026).
4. Пилотные ИИ-проекты в области перевода жестового языка / Министерство науки и высшего образования РФ, 2023. URL: <https://www.minobrnauki.gov.ru/press-center/news/nauka/63671/?utm> (дата обращения: 23.01.2026).
5. Страна и для глухих тоже: социальные проекты и инклюзия / Российская газета, 2025. URL: <https://rg.ru/2025/11/15/strana-i-dlia-gluih-tozhe.html> (дата обращения: 22.01.2026).
6. Филимонова И. В. Этическая сторона использования искусственного интеллекта в образовании // Вестник Евразийской науки. 2024. URL: <https://esj.today/PDF/64FAVN124.pdf> (дата обращения: 23.01.26).
7. Щербакова Я.Л., Янов Ю. К., Кузовков В. Е., Мегрелишвили С. М. Нарушения слуха и методы их коррекции // Российская оториноларингология. 2014. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/narusheniya-sluha-i-metody-ih-korrektsii/viewer/> (дата обращения: 22.01.26).
8. Alkahtani B. N. The Impact of Artificial Intelligence on Quality of Life for Deaf and Hard of Hearing Students // PubMed. 2024. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39676630/> (дата обращения: 22.01.2026).

9. Liang-Yuan Wu, Dhruv Jain. EvolveCaptions: Empowering DHH Users Through Real-Time Collaborative Captioning // Cornell University. 2025. URL: <https://arxiv.org/abs/2510.02181?utm> (дата обращения: 23.01.2026).
10. Robin Zhao, Anna S G Choi, Allison Koenecke, Anaïs Rameau. Quantification of Automatic Speech Recognition System Performance on d/Deaf and Hard of Hearing Speech // PubMed. 2024. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39157956/> (дата обращения: 22.01.2026).
11. Rupesh Kumar, Ashutosh Bajpai, Ayush Sinha. Mediapipe and CNNs for Real-Time ASL Gesture Recognition // Cornell University. 2023. URL: <https://arxiv.org/abs/2305.05296?utm> (дата обращения: 23.01.2026).

2.16 АНАЛИЗ КОНЦЕНТРАЦИИ РЫНКА ПУСКОВЫХ УСЛУГ С ПОМОЩЬЮ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ

Хурхесова Виктория Алексеевна,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 240756@edu.fa.ru

Селиверстова Вера Дмитриевна,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 245577@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Хрипунова Марина Борисовна,
Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, mbkhriunova@fa.ru

Представляется исследование влияние различных факторов на концентрацию компаний на рынке коммерческого космоса в сфере пусковых услуг. Авторы проводят анализ концентрации конкуренции с помощью регрессионной модели. Цель работы — проанализировать влияние различных факторов на конкурентоспособность компаний на рынке коммерческого

космоса в отрасли пусковых услуг. Эмпирическое исследование построено на панельных данных космических компаний с 2016 по 2025 годы.

Ключевые слова: коммерческий космос, конкуренция, пусковые услуги, регрессионная модель

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний момент на орбите функционируют уже более 10 000 спутников, а совокупные доходы от космической инфраструктуры и услуг превысили 600 млрд долл. США в 2023 году и прогнозируемые 1.8 трлн долл. США к 2035 году. В этих условиях особое значение приобретает исследование конкурентной среды рынка. Понимание того, как различные факторы влияют на рыночную структуру, — необходимо как для разработки эффективных бизнес-стратегий самими компаниями, так и для разработки адекватной государственной политики, направленной на поддержку конкуренции, предотвращение монополизации и обеспечение национальной экономической безопасности.

Ограничения исследования: данные стоимости запусков компаний ADD, IAI, IRGC, KARI, LandSpace, NADA, OneSpace, OrienSpace, Space Pioneer не были найдены в открытом доступе. Поскольку доля этих компаний невелика, мы пренебрегли этими данными. Итого у нас получилось 125 наблюдений.

ИССЛЕДОВАНИЕ

1. Гипотеза влияния цены

H0 (здесь и далее Нулевая гипотезы): Стоимость вывода 1 кг груза линейно влияет на рыночную долю компании i .

H1 (здесь и далее Альтернативная гипотеза): Снижение стоимости вывода 1 кг увеличивает рыночную долю, и этот эффект ускоряется при низких ценах ($< \$5000/\text{кг}$).

Мы хотели проверить, существует ли порог цены, ниже которого клиенты чаще будут выбирать определенную компанию.

2. Гипотеза влияния уровня надежности запусков

H0: Надежность ракеты не влияет на рыночную долю компании i .

H1: Надежность ракеты положительно влияет на рыночную долю компании i .

Мы выбрали эту гипотезу, чтобы проверить, готовы ли клиенты платить за гарантию успешного запуска.

3. Гипотеза регионального преимущества США.

В США сложился благоприятный климат для развития компаний в сфере коммерческого космоса благодаря венчурному финансированию и программ, которые финансируются NASA, и регуляторные послабления со стороны правительства. Поэтому для нас было важно посмотреть, как влияет фактор «регион компании — США».

H0: региональное преимущество США одинаково для всех сегментов рынка.

H1: Преимущество США наиболее активно проявляется в сегменте малых спутников (<500 кг).

Уравнение регрессии получилось следующее:

$$\ln\left(\frac{\text{MarketShare}_{i,t}}{1-\text{MarketShare}_{i,t}}\right) = \beta_0 + \beta_1 \times \text{CostPerKg}_{i,t} + \beta_2 \times (\text{CostPerKg}_{i,t})^2 + \beta_3 \times \text{SuccessProb}_{i,t} + \beta_4 \times \text{USA\_Dummy}_i + \beta_5 \times \text{USA\_SmallSat}_{i,t} + \sum_{y=2017}^{2025} \gamma_y \times \text{YearDummy}_y + \varepsilon_{i,t}$$

Зависимая переменная Y — $\text{MarketShare}_{i,t}$, то есть доля компании i в t -году по количеству орбитальных запусков в процентах. И так как диапазон для долей в процентах от 0 до 100, мы преобразовали в модель дробной регрессии (Fractional logit) для того, чтобы значения принимались от 0 до 1. И в нашем случае переменная Y выглядит как $\ln\left(\frac{\text{MarketShare}_{i,t}}{1-\text{MarketShare}_{i,t}}\right)$.

Независимые переменные:

Xi1 — стоимость запуска 1 кг. груза компании i в t году — $(\text{CostPerKg}_{i,t})^2$.

Xi2 — стоимость запуска 1 кг. груза компании i в t году в квадрате для учета нелинейности — $(\text{CostPerKg}_{i,t})^2$.

Xi3 — вероятность успеха запусков компании i в t году — $\text{SuccessProb}_{i,t}$.

$Di1$ — фиктивная переменная, которая присваивает компаниям, базирующимся в США, — «1», и «0» — для остальных компаний — $USA \downarrow Dummy_i$.

$Di2$ — фиктивная переменная, которая складывается из умножения $USA \downarrow Dummy_i$ и $SmallSat \downarrow Dummy_{i,t}$ (фиктивная переменная, которая присваивает компаниям «1», если грузоподъемность их спутников меньше 500 кг, и «0», если больше) — $USA \downarrow SmallSat_{i,t}$.

$Di3$ — фиктивная переменная, которая показывает фиксированные эффекты по годам с 2017 до 2025 (2016 год — базисный) — $YearDummy_y$.

$\varepsilon_{i,t}$ — случайная ошибка в уравнении регрессии.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. При снижении цены за килограмм груза с \$20.000 до \$15.000 доля компании i растет всего на 0,2 пункта. Но в то же время, если цена снижается с \$5.000 до \$3.000, то рост доли существенный — на 2,1 пункта. Данных достаточно, чтобы подтвердить альтернативную гипотезу, что существует порог цены. Данный вывод подтверждается и доминированием компании SpaceX на рынке космических компаний. Средняя цена запуска Falcon 9 — \$3000. И, соответственно, благодаря этому клиенты выбирают SpaceX (рыночная доля SpaceX в 2025 году 52%).

2. Мы посмотрели, как влияет увеличение уровня надежности на рыночную долю компании i . И можно сказать, что увеличение надежности с 90% до 95% увеличивает долю на 0,9 пункта при неизменных других факторах. Таким образом, вторая гипотеза подвержена. Надежность запусков влияет на рыночную долю компании.

3. Наша модель показала, что в сегменте тяжелых спутников США не дает никакого преимущества, но именно в сегменте малых спутников, то есть спутников, которые больше и чаще взаимодействуют с коммерческим сектором, американские компании имеют значительное преимущество. Таким обра-

	coef	std err	z	P> z 	[0.025	0.975]
Intercept	-4,412	0,596	-7,396	0	-5,581	-3,242
C(year)[T,2017]	-0,049	0,312	-0,155	0,876	-0,661	0,564
C(year)[T,2018]	-0,074	0,376	-0,197	0,844	-0,811	0,663
C(year)[T,2019]	-0,118	0,359	-0,329	0,742	-0,821	0,585
C(year)[T,2020]	-0,198	0,372	-0,533	0,594	-0,926	0,53
C(year)[T,2021]	-0,204	0,39	-0,523	0,601	-0,969	0,561
C(year)[T,2022]	-0,224	0,389	-0,575	0,566	-0,987	0,539
C(year)[T,2023]	-0,24	0,448	-0,535	0,593	-1,118	0,638
C(year)[T,2024]	-0,17	0,515	-0,33	0,742	-1,178	0,839
C(year)[T,2025]	-0,191	0,523	-0,365	0,715	-1,216	0,835
CostPerKg	0	2,46E-05	-9,199	0	0	0
CostPerKg_sq	0	4,08E-10	8,303	0	2,59E-09	4,19E-09
SuccessProb	0,0427	0,006	7,42	0	0,031	0,054
USA_Dummy	-0,074	0,234	-0,316	0,752	-0,532	0,384
USA_SmallSat	0,9593	0,251	3,824	0	0,468	1,451

зом, у нас есть основания полагать, что наша третья гипотеза подтверждена и это говорит о том, что в США сложилась благоприятная обстановка для развития компаний в сфере пусковых услуг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наши выводы говорят о том, что главный драйвер для конкуренции на данном рынке — цена. Кроме того, наша модель показывает, что существует порог цены (5000 долларов). Фактор надежности и вероятность успеха запусков тоже важны, но не так сильно, как фактор цены. То есть в первую очередь клиенты выбирают низкую цену, а затем смотрят на надежность. Преимущество США как региона работает для компаний только в сфере малых спутников. Рынок с каждым годом становится более концентрированным. Индекс Херфиндаля-Хиршмана (ИХХ) с 1667 п. в 2016 году увеличился до 3300 п. в 2025. И сейчас большую часть рынка занимают SpaceX и CASC — 70% всего рынка. Это говорит о монополизации рынка.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Картаев Ф. С. Введение в эконометрику. — Экономический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова Москва, 2019. — 472 с.
2. Jones H. W. The Economics of Space Launch Vehicles [Электронный ресурс] / H. W. Jones // Advances in Space Research. — 2021. — Vol. 67, no. 3. — P. 1120–1145.
3. Nextspaceflight.com [Электронный ресурс], URL: <https://nextspaceflight.com> (дата обращения: 15.04.2026).
4. Gunter's Space Page [Электронный ресурс], URL: <https://space.skyrocket.de> (дата обращения: 15.04.2026).
5. BryceTech: Space Almanac [Электронный ресурс], URL: <https://brycetech.com> (дата обращения: 15.04.2026).
6. UCS Satellite Database / Union of Concerned Scientists [Электронный ресурс], URL: <https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database> (дата обращения: 15.04.2026).

2.17 АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УДЕРЖАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ МОЛОДЁЖНЫХ ЦИФРОВЫХ СЕРВИСОВ НА ОСНОВЕ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ ДАННЫХ

Анфертьева Анастасия Александровна,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 240702@edu.fa.ru

Никулкина Анастасия Степановна,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 240721@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Орлова Нина Геннадьевна,
Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, ngorlova@fa.ru

Цель исследования — выявление поведенческих факторов удержания пользователей молодёжных цифровых сервисов и разработка модели прогнозирования вероятности возврата. Предложена двухконтурная модель, включающая индекс поведенческой устойчивости и логистическую функцию. Показано, что решающее влияние на удержание оказывают регулярность взаимодействия, ранняя активность и вовлечённость. Модель позволяет идентифицировать пользователей с высоким риском оттока.

Ключевые слова: удержание пользователей, поведенческие данные, цифровые сервисы, вовлечённость, молодёжная аудитория, прогнозирование, интеллектуальный анализ данных.

ВВЕДЕНИЕ

Цифровизация экономики сопровождается развитием платформенных сервисов, где данные о поведении пользователей становятся основным ресурсом управления. Для молодёжных сервисов задача удержания особенно значима: аудитория характеризуется высокой динамичностью потребления контента и низкой приверженностью конкретным платформам. Тради-

ционные метрики активности фиксируют состояние базы, но недостаточны для прогнозирования оттока. Цель исследования — анализ поведенческих факторов удержания и разработка интерпретируемой модели оценки вероятности возврата.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Современный рынок цифровых сервисов развивается в условиях высокой конкуренции, при которой пользователю доступно значительное количество функционально близких платформ, а издержки переключения между ними остаются минимальными. По этой причине удержание пользователей рассматривается не как вторичный результат маркетинговой активности, а как самостоятельный индикатор качества цифрового продукта и эффективности его пользовательской архитектуры. Практическая значимость данной проблемы усиливается тем, что повторное взаимодействие пользователя формирует долгосрочную ценность клиента и снижает зависимость сервиса от постоянного наращивания затрат на привлечение. Особенно выраженно задача удержания проявляется в сегменте молодёжной аудитории, для которой характерны высокая цифровая включённость, чувствительность к качеству пользовательского опыта и нестабильность паттернов поведения. Следовательно, исследование удержания требует перехода от общего описания рынка к анализу поведенческих данных, фиксирующих структуру и динамику пользовательской активности.

Методологическая основа исследования связана с выделением системы показателей, способных описывать индивидуальное взаимодействие пользователя с платформой. Базовой категорией выступает удержание пользователей (*retention*), которое интерпретируется как факт повторного взаимодействия в пределах заданного временного окна. В отличие от агрегированных бизнес-показателей, *retention* отражает устойчивость пользовательского поведения и поэтому должен рассматриваться вместе с метриками вовлечённости. К наиболее информативным относятся частота посещений, длительность

сессий, количество совершаемых действий, интервалы между посещениями и признаки ранней активности. Современные исследования показывают, что именно совокупность этих показателей позволяет отделить краткосрочную активность от устойчивой модели использования сервиса. Для молодёжных цифровых сервисов принципиально важно учитывать не только интенсивность, но и регулярность взаимодействия, поскольку разовые всплески активности не гарантируют формирования устойчивой пользовательской привычки.

В исследовании поведенческие данные рассматриваются как совокупность цифровых следов пользователя, формируемых в процессе взаимодействия с интерфейсом и функционалом платформы. Для прикладного анализа такие данные целесообразно агрегировать на уровне отдельного пользователя, поскольку именно пользователь, а не отдельное событие, является единицей прогностической оценки. В структуре признаков пространства выделяются три группы показателей: интенсивность использования сервиса, устойчивость поведения во времени и глубина взаимодействия с функционалом. Отдельную аналитическую ценность имеют признаки ранней активности, поскольку первые дни использования платформы во многом определяют последующую вероятность возврата. Дополнительно следует учитывать, что поведенческие данные формируются под влиянием внутренних механизмов сервиса, включая персонализацию, уведомления и элементы геймификации, способные изменять частоту взаимодействия и глубину вовлечённости.

Аналитический этап исследования направлен на выявление факторов, демонстрирующих наибольшую связь с удержанием пользователей. Сопоставление поведенческих признаков с целевой переменной показывает, что наибольшее значение имеют показатели регулярности активности: частота посещений и равномерность распределения взаимодействий во времени. Пользователи, проявляющие более высокую активность на начальном этапе работы с сервисом, также характеризуются боль-

шей вероятностью последующего возврата. Дополнительный анализ сегментов показывает, что наибольший уровень удержания характерен не для пользователей с максимальной разовой интенсивностью, а для тех, чьё поведение отличается повторяемостью и устойчивым ритмом использования платформы. Это согласуется с выводами о том, что механизмы вовлечения усиливают retention прежде всего через рост регулярности пользовательской активности.

Таблица 1. Сегментация пользователей по уровню активности

Показатель	Высокая активность	Умеренная активность	Эпизодическая активность
Частота посещений	Высокая	Средняя	Низкая
Регулярность	Высокая	Высокая	Низкая
Длительность сессий	Высокая	Средняя	Низкая
Уровень вовлечённости	Высокий	Средний	Низкий
Вероятность удержания	Высокая	Средняя-высокая	Низкая

Для визуализации выявленной зависимости построен график, отражающий изменение вероятности удержания по мере роста частоты взаимодействия пользователя с сервисом.

Ключевым результатом работы является разработка авторской двухконтурной модели прогнозирования удержания. Её первый контур связан с оценкой поведенческой устойчивости пользователя, второй — с непосредственным расчётом вероятности возврата. Такая конструкция позволяет совместить интерпретируемость модели и её прикладную применимость. В качестве интегрального элемента вводится индекс поведенческой устойчивости пользователя S_u , агрегирующий частоту взаимодействия, регулярность, вовлечённость и раннюю активность.

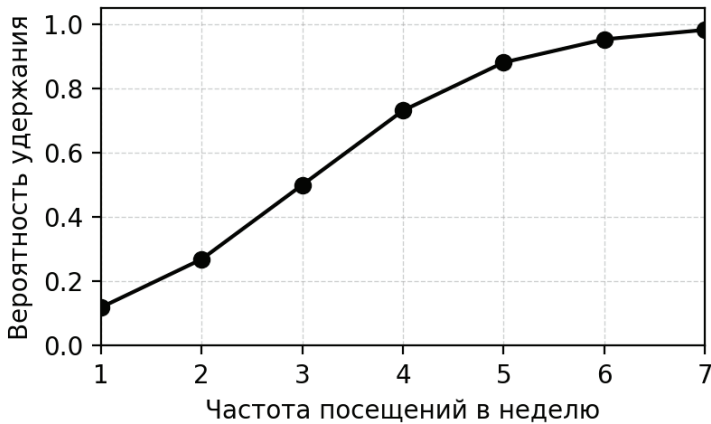


Рис. 1. Зависимость вероятности удержания от частоты посещений.

Источник: составлено авторами по результатам структурирования факторов удержания.

Таблица 2. Переменные модели прогнозирования удержания

Переменная	Обозначение	Содержание показателя	Ожидаемое влияние
Индекс поведенческой устойчивости	S_u	Комплексная оценка регулярности	Положительное
Глубина взаимодействия	D_u	Длительность сессий	Положительное
Отклик на механики вовлечения	G_u	Реакция на рекомендации, уведомления, геймификацию	Положительное
Константа	β_0	Базовая вероятность удержания	Отсутствует

Содержательно данный индекс отражает степень сформированности устойчивой модели использования сервиса. Второй контур реализуется через логистическую функцию, где вероятность удержания зависит от индекса поведенческой устойчивости, глубины взаимодействия с функционалом платформы и отклика на механику вовлечения. Подобный подход соответствует современным представлениям, в рамках которых интерпретируемые поведенческие признаки используются для раннего выявления пользователей с риском прекращения активности.

$$S_u = \alpha_1 F_u + \alpha_2 R_u + \alpha_3 E_u + \alpha_4 A_u P(Y_u = 1) = 1 / (1 + e^{\{-(\beta_0 + \beta_1 S_u + \beta_2 D + \beta_3 G_u)\}})$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённое исследование было направлено на выявление факторов удержания пользователей цифровых сервисов и разработку интерпретируемого подхода к прогнозированию их поведения на основе поведенческих данных. Показано, что удержание пользователей не может быть адекватно описано через отдельные показатели активности и должно рассматриваться как результат совокупного воздействия нескольких взаимосвязанных характеристик. Наибольшее влияние на вероятность возврата пользователя оказывают регулярность взаимодействия с сервисом, активность на начальном этапе использования и уровень вовлечённости. Анализ структуры поведенческих данных позволил обосновать необходимость их агрегирования на уровне пользователя и выделения признаков, отражающих интенсивность, устойчивость и глубину взаимодействия с платформой. Ключевым результатом работы является разработка авторской двухконтурной модели прогнозирования удержания, основанной на индексе поведенческой устойчивости и логистической функции оценки вероятности возврата. Практическая значимость предложенного подхода заключается в возможности его использования для ранней идентификации пользователей с высоким риском оттока, сегментации аудитории и выбора адресных механизмов удержания. Таким

образом, методы интеллектуального анализа данных в сочетании с поведенческим подходом создают основу для перехода от описательного анализа пользовательской активности к её управлению на основе данных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Chen Y., Richards D. Research on Digital Platform User Retention Strategies and Marketing Model Optimization from a Data-Driven Perspective [Электронный ресурс]. — URL: <https://knowledge.lancashire.ac.uk/id/eprint/58185/1/58185%20Chen%20%26%20Richards%20VOR.pdf> (дата обращения: 15.04.2026).
2. A Study of Factors Influencing Digital User Engagement [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.irejournals.com/formattedpaper/1707324.pdf> (дата обращения: 15.04.2026).
3. Using Machine Learning to Predict Retention [Электронный ресурс]. — URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10082180/> (дата обращения: 15.04.2026).
4. Zhang L. et al. How to Improve User Engagement and Retention in Mobile Payment: A Gamification Affordance Perspective [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167923623000167> (дата обращения: 15.04.2026).
5. Ценжарик М.К., Мулишова А. В., Григорян К. С. Анализ реакции пользователей на игровые приложения с помощью искусственного интеллекта (на примере онлайн-платформы Duolingo) [Электронный ресурс]. — URL: <https://1economic.ru/lib/123782> (дата обращения: 15.04.2026).

2.18 КАК ДАННЫЕ УПРАВЛЯЮТ МИРОМ: ОТ ПРОГНОЗОВ К АВТОМАТИЧЕСКИМ РЕШЕНИЯМ В СЛОЖНЫХ СИСТЕМАХ

Блинов Глеб Дмитриевич,

Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 245611@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Хрипунова Марина Борисовна,

Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, mbkhripunova@fa.ru

В работе рассматривается, как интеллектуальный анализ данных помогает перейти от простого прогнозирования к автоматическому управлению сложными системами. На примере российской платформы «Умный город» и опыта ведущих транспортных компаний показано, как искусственный интеллект используется для контроля городского хозяйства, оптимизации перевозок и повышения безопасности. Также рассматривается проблема доверия к автоматическим системам, которая остается ключевым барьером для их широкого внедрения.

Ключевые слова: интеллектуальный анализ данных, сложные системы, «Умный город», искусственный интеллект, логистика, доверие к ИИ.

ВВЕДЕНИЕ

Современные города и транспортные системы генерируют огромные объемы данных. Человек уже не может оперативно обрабатывать всю информацию и быстро принимать решения. Поэтому возникает необходимость в системах, которые не только предсказывают, что произойдет, но и сами предлагают или реализуют оптимальные действия.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Платформа «Умный город» к 2025 году охватила свыше 110 российских муниципалитетов. Закрытый город Заречный демонстрирует один из характерных примеров ее применения: нейросети там обрабатывают видеопотоки с камер наблюдения в реальном времени, фиксируя драки, падения, задымления. Диспетчер получает оповещение о происшествии раньше, чем кто-либо успевает вызвать скорую помощь. Состояние мусорных контейнеров также отслеживается с помощью искусственного

интеллекта: прежде сбор таких данных занимал часы, теперь аналитика формируется мгновенно. Волгодонск после перехода на умные счетчики зафиксировал снижение расходов муниципальных учреждений на коммунальные ресурсы на 22%.

Российские транспортные компании активно интегрируют технологии искусственного интеллекта в логистику и управление перевозками. Святослав Вильде (основатель «Биржи грузоперевозок») выделяет среди перспективных направлений беспилотные грузовики, ИИ-диспетчеров, голосовые интерфейсы, системы поддержки принятия решений. Беспилотники на трассе М-11 «Нева» преодолели более 8,7 млн км без единого дорожно-транспортного происшествия; автономный тягач Navio добрался из Санкт-Петербурга в Казань за 24 часа, сократив время рейса почти в 2,5 раза по сравнению с обычным маршрутом.

ОАО «РЖД» использует искусственный интеллект для диагностики подвижного состава, коммерческого осмотра грузовых составов, оптимизации производственных процессов. Беспилотный поезд «Ласточка», флагманский проект компании, с августа 2024 года проехал свыше 75 000 км. Авиакомпания «АЗИМУТ» применяет ИИ для анализа до 16 млн вариантов расстановки экипажей, получая на выходе 10–15 оптимальных комбинаций; в 2024 году 80% пассажирских обращений (около 180 000) обработал именно искусственный интеллект. АО «ФПК» внедрило интеллектуальную систему рассмотрения жалоб, которая сократила срок ответа с 25 дней до одних суток при точности 87%.

Проблема доверия к искусственному интеллекту. Несмотря на успешные примеры внедрения, вопрос доверия к автоматическим системам остается ключевым. Согласно исследованию ВЦИОМ, 38% россиян выражают недоверие технологиям ИИ. Среди основных причин: сбои и ошибки в работе (28%), опасение, что ИИ может выйти из-под контроля (26%), а также возможность использования в корыстных целях (23%). Как отмечают эксперты, проблема «черного ящика» в системах под-

держки принятия решений приводит к недоверию со стороны пользователей, что требует развития методов объяснимого искусственного интеллекта, направленных на повышение прозрачности и интерпретируемости моделей. В высоко рискованных областях, таких как городское управление и транспорт, недостаточная объяснимость может сдерживать внедрение автономных систем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Интеллектуальный анализ данных становится основой для управления сложными системами. Опыт «Умного города» и российских транспортных компаний показывает, что использование ИИ позволяет повысить эффективность, сократить издержки и улучшить качество обслуживания. Однако для дальнейшего развития необходимо решать проблемы доверия и прозрачности алгоритмов, что требует развития методов объяснимого искусственного интеллекта и формирования четких нормативных требований к автономным системам.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Как цифровизация меняет города [Электронный ресурс]. — IT-World.ru, 2025. — URL: <https://www.it-world.ru/news-company/2pzhms1g86cw0owgso08koo84g8o8o.html> (дата обращения: 28.03.2026).
2. В 2025 году в городах продолжится развитие платформы «Умный город» [Электронный ресурс]. — Фонд «АТР АЭС», 2025. — URL: <https://anppt.ru/novosti/1v-2025-goduv-gorodakh-prodolzhitsya-razvitie-platformy-umnyy-gorod/> (дата обращения: 28.03.2026).
3. «Умная» логистика: как технологии меняют грузоперевозки в России [Электронный ресурс]. — Инвест-Форсайт, 2025. — URL: <https://www.if24.ru/umnaya-logistika-kak-tehnologii-menyayut-gruzoperevozki-v-rossii/> (дата обращения: 28.03.2026).
4. 38% россиян не доверяют искусственному интеллекту

[Электронный ресурс]. — Московская правда, 2025. — URL: <https://mospravda.ru/2025/11/21/801894/> (дата обращения: 28.03.2026).

2.19 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ В СТРАХОВОМ БИЗНЕСЕ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РОССИЙСКОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ ПРАКТИКИ

Погосян Гоар Погосовна,

Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 242207@edu.fa.ru

Савельева Дарья Романовна,

Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 240759@edu.fa.ru

Татаринцева Анна Евгеньевна,

Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 240753@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Хрипунова Марина Борисовна,

Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, mbkhripunova@fa.ru

Представляется исследование применения языков программирования в страховом бизнесе на основе анализа российской и зарубежной практики. Актуальность исследования обусловлена цифровой трансформацией страховой отрасли, где программный код становится ключевым инструментом автоматизации андеррайтинга, управления рисками и клиентского сервиса. Цель работы — выявить оптимальные языки и подходы к программированию для российских страховых компаний с учетом зарубежного опыта. На основе анализа отраслевых данных установлено, что языки программирования, такие как: Python, R, Java, Gosu и TypeScript формируют технологический стек современного страхования. Итоги исследования показали, что для

внедрения в России сейчас важными компонентами являются: автоматизация страховых расчётов с помощью языка Python, создание таких систем, где искусственный интеллект работает вместе с человеком, развитие своих собственных ИТ-специалистов через открытые технологии (open-source).

Ключевые слова: языки программирования, страхование, Python, R, Java, актуарные расчеты, андеррайтинг, цифровая трансформация, open-source, искусственный интеллект

ВВЕДЕНИЕ

Цифровая трансформация страховой отрасли (InsurTech) приобрела системный характер: по данным на 2023 год, цифровые инвестиции в российском страховании выросли на 35%. Ключевым фактором этой трансформации выступают языки программирования, которые обеспечивают автоматизацию андеррайтинга, актуарных расчетов, обработку страховых случаев и клиентский сервис. Однако если зарубежные страховые компании уже сформировали устоявшиеся практики применения технологических стеков, то российские компании находятся в стадии активного выбора оптимальных инструментов с учетом локальных регуляторных требований и доступности кадров.

ЗАРУБЕЖНАЯ ПРАКТИКА

В зарубежном страховании наиболее продвинутые практики связаны с использованием AI-агентов и больших языковых моделей (LLM) для автоматизации трудоемких процессов.

Пример использования — многокомпонентная система для перестрахования, разработанная в Стэнфордском университете. Система автоматизирует извлечение данных о катастрофах из Excel-файлов страховых компаний, с использованием LLM-агентов. Архитектура построена на принципе «человек в цикле», когда каждый шаг агента требует подтверждения оператора. Система реализована на Python с использованием Temporal для потоковой обработки данных.

В области актуарных расчетов зарубежные страховщики активно переходят от Excel к открытым решениям. Например, компания WTW предлагает продукт Radar with Python, который интегрирует более 8 000 Python-библиотек в рабочую среду для ценообразования, оценки рисков и урегулирования убытков. Это позволяет страховщикам использовать передовые методы машинного обучения, сохраняя контроль над управлением и безопасностью. Аналогичным образом, в перестраховании активно применяются библиотеки на R и Python для симуляции убытков.

РОССИЙСКАЯ ПРАКТИКА: ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И БАРЬЕРЫ

Российский страховой рынок демонстрирует высокий интерес к цифровизации, однако уровень проникновения современных языков программирования в ключевые процессы остается неравномерным.

Ключевые барьеры для внедрения современных языков программирования в России:

Дефицит кадров —

Специалистов, сочетающих знание страхования и современные языки (Python, Java, Gosu), крайне мало. Рынок перегрет, а IT-компании предлагают более высокие зарплаты, чем страховые.

Регуляторные ограничения —

Требования Банка России к отчетности, хранению данных на территории РФ и использованию сертифицированного ПО ограничивают возможности по внедрению облачных AI-сервисов без дополнительной сертификации.

Наследие устаревших систем —

Многие российские страховщики работают на устаревших платформах, таких как 1С или FoxProH. Интеграция с ними современных Python-моделей требует значительных затрат.

Вопреки устоявшемуся мнению о технологическом отставании, российский страховой рынок в 2025–2026 годах демон-

стрирует активный переход к промышленному внедрению AI и современных языков программирования в важные процессы. Драйвером выступают не только технологические лидеры, но и регуляторные требования, а также вынужденное импортозамещение.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ВОЗМОЖНОСТИ АДАПТАЦИИ

На основе проведенного анализа были выделены ключевые различия в использовании языков программирования между зарубежным и российским страховым бизнесом, а также было определено, какие практики целесообразно адаптировать в России.

1) Внедрение Python в актуарные расчеты и андеррайтинг;

Опыт зарубежных компаний показывает, что переход с Excel на Python позволяет сократить время симуляций с нескольких часов до нескольких минут. Российским компаниям целесообразно организовать внутренние школы по Python.

2) Создание AI-агентов с подтверждением оператора;

Проект Fight Health Insurance демонстрирует, что даже относительно простые LLM-агенты могут существенно ускорить обработку страховых случаев. В российских реалиях это означает: разработать систему на Python, которая извлекает ключевые поля из заявления о страховом случае (сканы PDF, фотографии), сопоставляет с правилами страхования и готовит проект решения, которое затем утверждает андеррайтер. Такой подход снижает риск ошибок LLM и соответствует регуляторным требованиям к обоснованности отказов в выплатах.

3) Развитие открытой культуры внутри страховых компаний;

Зарубежный опыт показывает, что открытые пакеты на R и Python могут быть созданы и приносить пользу всему рынку. В России страховщики могли бы совместно финансировать разработку открытых библиотек для типовых расчетов (ОСАГО, каско, ДМС) и это бы снизило зависимость от проприетарных вендоров и ускорило бы инновации.

4) *Адаптация технологии многокомпонентных систем;*

Опыт перестраховочной системы из Стэнфорда показывает, что многокомпонентные технологии эффективны для неструктурированных данных (Excel-файлы разного формата). Российские страховщики, получающие данные от множества контрагентов (агенты, брокеры, партнеры) в разнородных форматах, могли бы внедрить аналогичные агенты на Python для автоматизации ввода и валидации данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование показало, что языки программирования стали не просто экспериментом, а основой для перемен в страховом деле. Зарубежные компании уже определились с набором инструментов: Python — для анализа данных и искусственного интеллекта, Java и Gosu — для основных страховых систем, TypeScript — для внешних и внутренних интерфейсов. Они также активно внедряют умные программы для автоматической обработки документов и жалоб.

Чтобы российским компаниям оставаться конкурентоспособными, необходимо выполнить ряд действий: учить сотрудников Python и R, постепенно отказываясь от Excel в сложных расчётах, строить системы, где искусственный интеллект работает вместе с человеком, создавать общие открытые библиотеки для типовых расчётов, перенимать опыт многокомпонентных систем для обработки разнородных данных от ключевых партнёров.

В будущем развитие отечественных больших языковых моделей вместе с открытыми языками программирования может стать основой для собственной технологической экосистемы России в страховании, способной успешно соперничать с зарубежными.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Pillutla M.K.V.S.P.S. Integrating Machine Learning and Real-Time Analytics for Risk Management in Cloud-Based Insurance

- Platforms // Journal of Computer Science and Technology Studies. — 2025. — Vol. 7, No. 6. — P. 58–73. DOI: 10.32996/jcsts.2025.7.6.37. [Электронный ресурс]. URL: <https://al-kindipublishers.org/index.php/jcsts/article/view/9972> (дата обращения: 09.04.2026).
2. Guidewire Software. AI, Career Paths, and Tech Stacks Inside the Annual Guidewire Developer Trends and Insights Report. — 2025. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.guidewire.com/resources/blog/developers/ai-career-paths-and-tech-stacks-inside-the-annual-guidewire-developer-trends-and-insights-report> (дата обращения: 09.04.2026).
 3. Barnes S. Trusting AI agents: A reinsurance case study. — Temporal Blog, 2026. [Электронный ресурс]. URL: <https://temporal.io/blog/trusting-ai-agents-a-reinsurance-case-study> (дата обращения: 09.04.2026).
 4. Parizas Y. Free for all // The Actuary. — 2023. — 1 March. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.theactuary.com/2023/03/02/free-all> (дата обращения: 09.04.2026).
 5. TAdviser. «Росгосстрах» удалил платформу Hitachi и перешел на российскую систему обработки данных. — 2025. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tadviser.ru> (дата обращения: 11.04.2026).
 6. Коммерсантъ. «Интегрировали страхование в экосистему умного дома»: интервью с О. Заровняевой (Росгосстрах). — 2026. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/8374471> (дата обращения: 11.04.2026).
 7. CNews. «Росгосстрах»: ключевые ИИ-тренды в страховании (вайб-кодинг, мультиагентные системы). — 2025. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cnews.ru> (дата обращения: 11.04.2026).
 8. AK&M. VSK plans to introduce Gen AI into microservice architecture (English). — 2026. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.akm.ru> <https://www.akm.ru/> (дата обращения: 11.04.2026).
 9. Infull Broker. Евгений Ильин (Росгосстрах): ИИ в андер-

- райтинге, антифродде и аналитике. — 2025. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.infullbroker.ru> (дата обращения: 11.04.2026).
10. Interfax. Russia's National Insurance Information System plans to create technological platform for insurance agents (AI, ML). — 2025. [Электронный ресурс]. URL: <https://interfax.com> (дата обращения: 11.04.2026).

СЕКЦИЯ 3.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРИЯ ДАННЫХ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

Работа секции 3 была организована Кафедрой информационных технологий Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета. Заведующий Кафедрой информационных технологий кандидат технических наук Алюнов А. Н.

3.1 AI-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ПЛАТФОРМЫ И ПРЕДИКТИВНАЯ АНАЛИТИКА В УПРАВЛЕНИИ КЛИЕНТСКИМ ОПЫТОМ АВТОМОБИЛЬНОГО РИТЕЙЛА

Ивахненко Станислава Александровна,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 233593@edu.fa.ru

Курносова Елизавета Эдуардовна,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 247367@edu.fa.ru

Манцаев Тимур Эдуардович,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 245415@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Рылов Александр Аркадьевич,

Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, arylov@fa.ru

В работе рассматриваются современные подходы к цифровой трансформации автомобильного ритейла на основе технологий искусственного интеллекта и инженерии данных. Актуальность исследования обусловлена ростом требований к персонализации клиентского опыта и необходимостью перехода от реактивной к проактивной модели взаимодействия с клиентами. Целью исследования является разработка концепции AI-ориентированной платформы, объединяющей CRM-системы, предиктивную аналитику и инструменты интеллектуальной сегментации. В работе предложена архитектура платформы, обеспечивающая интеграцию данных из различных источников и формирование единого профиля клиента. Показано, что использование методов машинного обучения позволяет прогнозировать поведение клиентов, повышать эффективность маркетинговых коммуникаций и оптимизировать бизнес-процессы. Полученные результаты подтверждают значимость комплексного применения технологий анализа данных для повышения конкурентоспособности компаний в условиях цифровой экономики.

Ключевые слова: цифровая экономика, искусственный интеллект, предиктивная аналитика, CRM-системы, клиентский опыт, большие данные, персонализация

ВВЕДЕНИЕ

Цифровизация автомобильного ритейла становится ключевым фактором конкурентоспособности компаний в условиях цифровой экономики. Современные потребители предъявляют повышенные требования к скорости обслуживания, удобству взаимодействия и персонализации предложений. В связи с этим происходит переход от традиционной модели продаж к управлению клиентским опытом на основе данных. Особую роль в этом процессе играют технологии искусственного ин-

теллекта, позволяющие анализировать поведение клиентов и прогнозировать их потребности.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Цифровая трансформация автомобильного ритейла характеризуется активным внедрением CRM-систем, инструментов аналитики и технологий машинного обучения. CRM-системы выступают основой для накопления и обработки данных о клиентах, включая историю взаимодействий, предпочтения и поведенческие характеристики.

Интеграция технологий искусственного интеллекта расширяет возможности анализа данных. Предиктивные модели позволяют оценивать вероятность покупки, определять оптимальные моменты для взаимодействия с клиентом и формировать персонализированные предложения. Это обеспечивает переход от реактивного подхода, при котором компания реагирует на запрос клиента, к проактивной модели, основанной на прогнозировании его поведения.

Важным элементом цифровой трансформации является интеллектуальная сегментация клиентов, основанная не только на демографических характеристиках, но и на поведенческих данных. Такой подход позволяет более точно адаптировать маркетинговые коммуникации и повысить их эффективность.

В работе предлагается концепция единой AI-ориентированной платформы клиентского сопровождения, объединяющей CRM-ядро, модули предиктивной аналитики, цифровых ассистентов и инструменты омниканального взаимодействия. Данная платформа обеспечивает формирование единого профиля клиента и позволяет реализовать сценарии персонализированного взаимодействия на всех этапах клиентского пути.

Ожидается, что внедрение подобных решений позволит повысить конверсию продаж, улучшить качество клиентского сервиса и снизить операционные издержки за счёт автоматизации бизнес-процессов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, использование технологий искусственного интеллекта и инженерии данных в автомобильном ритейле формирует основу для создания персонализированного клиентского опыта. Предложенная AI-ориентированная платформа обеспечивает интеграцию данных и реализацию проактивной модели взаимодействия с клиентами. В условиях цифровой экономики данные решения становятся ключевым фактором повышения эффективности бизнеса и его устойчивого развития.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. РБК Компании. (2025, 30 сентября). Жанна Специальная из АВТОДОМа презентовала новую книгу. <https://companies.rbc.ru/news/SdCGRltA45/zhanna-spetsialnaya-iz-avtodoma-prezentovala-novuyu-knigu/> — 1, (дата обращения: 30.01.2026)
2. NEWS.ru. (2026, 21 января). Россиянам рассказали, что будет с авторынком и ценами на машины в 2026 году. <https://news.ru/avto/rossiyanam-rasskazali-chto-budet-s-avtorynkom-i-cenami-na-mashiny-v-2026-godu/> — 4, (дата обращения: 02.02.2026)
3. Издательство «Короче, дилер». (2025, 3 октября). Обзор автобизнеса России — Макс Занан. <https://koroche-dealer.ru/obzor-avtobiznesa-rossii-maks-zanan/> — 5, (дата обращения: 02.02.2026)
4. Российская газета. (2025, 14 декабря). «Автовзгляд»: российскому авторынку в 2026 году грозит застой. <https://rg.ru/2025/12/14/avtovzgliad-rossijskomu-avtorynku-v-2026-godu-grozit-zastoj.html> — 7, (дата обращения: 03.02.2026)
5. Газета.Ru. (2026, 30 января). Россиянам рассказали, на какие автомобили обратить внимание, чтобы опередить рост цен. <https://www.gazeta.ru/social/news/2026/01/30/27738829.shtml> — 9, (дата обращения: 06.02.2026)
6. iXBT Live. (2026, 3 февраля). На маркетплейсе «М. Видео» стартовали продажи Lada и «Москвич». <https://www.ixbt.com/>

- live/car/na-marketpleyse-mvideo-startovali-prodazhi-lada-i-moskvich.amp.html — 8, (дата обращения: 06.02.2026)
7. Шаповалов А.А., Суворова А.В. «Эволюция бизнес-процессов в российском авторитейле» // Экономика, предпринимательство и право. 2024. Т. 14, № 6, С. 3117–3134. DOI: 10.18334/errp.14.6.121033., (дата обращения: 10.02.2026)

3.2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БЮДЖЕТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Мишина Анастасия Сергеевна,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 222716@edu.fa.ru

Научный руководитель:
Журавлева Марина Гарриевна,
Кандидат технических наук, доцент Кафедры информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, tagzhuravleva@fa.ru

Исследование связано с задачей автоматизации процесса прогнозирования бюджетных показателей организаций малого и среднего бизнеса. При увеличении объемов данных возрастает временные и трудовые затраты на выполнение рассматриваемого этапа. На практике подобные расчеты выполняются вручную с использованием электронных таблиц и разрозненных источников информации. Именно поэтому возникает необходимость минимизировать затраты на ресурсы и увеличить скорость прогнозирования. Цель работы заключается в обосновании и проектировании веб-приложения, предназначенного для прогнозирования бюджетных показателей с применением методов машинного обучения. В рамках исследования проведен анализ существующих подходов, а также рассмотрены особенности автоматизации данного процесса. На основе проведенного анализа сформулированы требова-

ния к системе и предложена архитектура, позволяющая реализовать автоматизацию процессов. Полученные результаты могут быть использованы в качестве основы для последующей разработки веб-приложения.

Ключевые слова: веб-приложение, статистические модели, временные ряды, машинное обучение, бюджетное прогнозирование

ВВЕДЕНИЕ

Прогнозирование бюджетных показателей является значимым элементом финансового управления. Данное положение обусловлено предоставленной возможностью заранее оценивать изменения в структуре и объеме доходов и расходов. Для организаций, работающих с бюджетной информацией, наиболее важными остаются точность расчетов, оперативность получения результатов и способность учитывать влияние как внешних, так и внутренних факторов. В описанных условиях использование методов машинного обучения является более чем обоснованным и практичным.

В то же время автоматизация данного процесса сопровождается рядом практических ограничений. Исходные данные нередко формируются вне единой учетной системы, что усложняет этап подготовки данных и требует дополнительной проверки корректности. Кроме этого, автоматизация процесса прогнозирования бюджетных показателей имеет определенные барьеры в виде экспертных оценок, необходимых для корректировки полученных результатов. Следовательно, при разработке необходимо учитывать и вычислительные возможности, и ограничения применения.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ

Как показал проведенный анализ, прогнозирование бюджетных и финансовых показателей опирается на три основных подхода: традиционные экономические методы, статистические методы и методы машинного обучения. Классические

методы сохраняют актуальность из-за возможности точной интерпретации, но значительно уступают в работе с нелинейными зависимостями и изменяющейся структурой данных. Для повышения эффективности предлагается расширять набор используемых данных. Статистические методы по-прежнему широко используются благодаря прозрачности расчетов и простоте интерпретации результатов [4]. Также данные методы могут учитывать автокорреляцию и тренды. Однако их возможности ограничены при работе с нелинейными зависимостями. В свою очередь, методы машинного обучения позволяют выявлять более сложные закономерности [1], но также имеют ограничения в виде более высоких требований к качеству данных и сложности в интерпретации. Однако на практике существуют специальные алгоритмы, такие как LIME и SHAP, позволяющие объяснить предсказания моделей машинного обучения, а именно: влияние признаков на целевую переменную и модель в целом.

Наиболее перспективным направлением является использование гибридных моделей [3] — сочетание статистических методов и алгоритмов машинного обучения. Данный подход позволяет объединить возможность объяснение влияния признаков и более высокую точность по сравнению с традиционными методами. Исходя из результатов анализа, следует отметить, что при разработке системы целесообразно использовать архитектуру, включающую модули обработки данных, анализ временных рядов и машинного обучения. Такой подход обеспечит баланс между гибкостью, прозрачностью и эффективностью прогнозов.

ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БЮДЖЕТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

В ходе исследования процесс был проанализирован с использованием моделей AS-IS и TO-BE в нотации IDEF0. Текущее состояние характеризуется большим количеством ручных операций на всех этапах процесса. Модель AS-IS демонстрирует

высокую трудоемкость процесса, увеличение времени выполнения расчетов. Использование разрозненных файлов приводит к затруднению отслеживания версий изменений и усложняет повторное использование данных в расчетах.

Целевая модель демонстрирует частичную автоматизацию этапов процесса, которые подлежат формализации и структуризации. Система будет обеспечивать загрузку и валидацию данных, их хранение, расчет прогнозов и сценариев, а также визуализацию результатов анализа и расчетов. Иные функции, связанные с описанием интерпретаций полученных прогнозов, корректировкой параметров и принятием управленческих решений, остаются в исполнении пользователя системы. Такой подход обеспечит уменьшение объемов рутинной работы и сохранит влияние значимых экспертных оценок.

На основе проведенного анализа удалось определить следующие функциональные и нефункциональные требования. К функциям системы отнесены загрузка, валидация, редактирование и хранение данных, построение прогноза, расчета сценариев и визуализация результатов. Определены требования к данным для применения в моделях машинного обучения и самой модели прогнозирования. Нефункциональные требования описывают базовые характеристики системы, а именно: производительность, безопасность, надежность, масштабируемость и удобство использования.

Для реализации была выбрана клиент-серверная многослойная архитектура. Такой подход разделяет пользовательский интерфейс, бизнес-логику, хранение данных и модуль прогнозирования. Клиентская часть обеспечивает отображение информации, сбор данных, первичную валидацию данных и передачу запросов на уровень бизнес-логики. Серверная часть отвечает за выполнение CRUD операций, трансформацией данных между хранением и объектной моделью, бизнес-логику и управлением подключения к БД. Уровень данных используется для хранения исходных данных, прогнозов и истории расчетов. Отдельный модуль прогнозирования отвечает за применение

алгоритмов машинного обучения к подготовленным временным рядом и возврат результатов. Именно такая архитектура обеспечивает прозрачность взаимодействия компонентов системы и функциональность каждого слоя.

В результате проектирования были сформированы концептуальная, логическая и физическая уровни. В концептуальной модели отражены ключевые сущности предметной области и связи между ними, а именно: бюджетные показатели, отчетные периоды, значения временных рядов, таблицы логирования и др. Концептуальный слой был переработан в логическую структуру таблиц с полями и ключами. В результате была получена схема данных с первичными и внешними ключами. На основе логической модели был реализован физический слой, в котором выделенные сущности преобразованы в реляционные таблицы на базе PostgreSQL.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования была рассмотрена задача автоматизации прогнозирования бюджетных показателей организаций. Было выявлено, что в существующей практике значительная часть расчетов выполняется неэффективно. Анализ предметной области показал, что более рациональным решением является использования частичной автоматизации с использованием алгоритмов машинного обучения.

На основе анализа были сформулированы требования к системе и архитектуре веб-приложения, а также разработана структура базы данных. Предложенное решение обеспечивает целостность данных, поддержку аналитической обработки и возможность масштабирования функционала.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Караев, А. К. Перспективные модели финансового прогнозирования доходов бюджета / А. К. Караев, О. В. Борисова. — DOI: 10.26794/2587-5671-2025-29-1-20-33. — Текст: электронный // Финансы: теория и практика. — 2025. — № 1. -С.20–

33. — URL: <https://financetp.fa.ru/jour/article/view/3447/1592> (дата обращения: 13.03.2026).
2. Клещинский, А. И. Использование методов прогнозирования в бюджетном процессе (на примере бюджета Иркутской области) / А. И. Клещинский. — Текст: электронный // Корпоративные финансы. — 2011. — № 3(19). — С. 71–78. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-metodov-prognozirovaniya-v-byudzhetnom-protssesse-na-primere-byudzheta-irkutskoy-oblasti> (дата обращения: 13.03.2026).
3. Стерник, С. Г. Прогнозирование доходов бюджета от внутреннего производства с использованием гибридных моделей машинного обучения / С. Г. Стерник. — DOI: 10.33983/2075–1826–2024–3–121–136. — Текст: электронный // Менеджмент и бизнес-администрирование. — 2024. — № 3. — С. 121–136. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=72703197> (дата обращения: 02.03.2026).
4. Olamijuwon J., Zouo S. J. Ch. Machine learning in budget forecasting for corporate finance: a conceptual model for improving financial planning // Open Access Research Journal of Multidisciplinary Studies. — 2024. — Vol. 8, iss. 2. — С. 32–40. — URL: https://www.researchgate.net/profile/Jeremiah-Olamijuwon/publication/386273676_Machine_learning_in_budget_forecasting_for_corporate_finance_A_conceptual_model_for_improving_financial_planning/links/674ad71f876bd17778308fa3/Machine-learning-in-budget-forecasting-for-corporate-finance-A-conceptual-model-for-improving-financial-planning.pdf (дата обращения: 02.03.2026).
5. Семантическое моделирование. Проектирование БД с помощью ER-модели [Электронный ресурс], URL: <https://habr.com/ru/companies/timeweb/articles/916824/> (дата обращения: 09.04.2023).
6. IDEF0: методология функционального моделирования: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс], URL: <https://advanced-quality-tools.ru/assets/idef0-rus.pdf> (дата обращения 09.04.2023).

3.3 АКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ НЕСБАЛАНСИРОВАННОЙ ЛИКВИДНОСТИ В СИСТЕМНО ЗНАЧИМЫХ КРЕДИТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

Николаев Александр Васильевич,
*Студент магистратуры, Финансовый университет при Пра-
вительстве РФ, Москва, Россия, 241639@edu.fa.ru*

Научный руководитель:

Бровкина Наталья Евгеньевна,
*Доктор экономических наук, профессор Кафедры банковского
дела и монетарного регулирования, Финансовый университет при
Правительстве РФ, Москва, Россия, nbrovkina@fa.ru*

Представляется исследование актуальных технологических проблем и вызовов, с которыми сталкиваются системно значимые кредитные организации при оценке и управлении риском несбалансированной ликвидности в условиях структурной трансформации экономики. Актуальность работы обусловлена продолжающимся интенсивным цифровым развитием банковского сектора, выражающимся во внедрении крупнейшими банками продвинутых алгоритмов моделирования денежных потоков на основе поведения клиентов наряду с внедрением цифрового рубля Банком России. Цель исследования состоит в выявлении и анализе ключевых технологических уязвимостей, которым подвержены системы управления риском ликвидности крупнейших системно значимых кредитных организаций. Установлено, что отказ от контрактных сроков в пользу статистического моделирования для определения срочности фондирования приводит к занижению оценки риска ликвидности в периоды макроэкономических шоков. Выявлено, что внедрение национальной цифровой валюты и возрастающая технологическая нестабильность цифровых платформ формируют угрозу внезапных «цифровых набегов» вкладчиков, требуя от банков фундаментального пересмотра подходов к стресс-тестированию, удержанию пассивов и обеспечению операционной надежности расчетных систем.

Ключевые слова: риск ликвидности, системно значимые кредитные организации, поведенческое моделирование, цифровой рубль, технологическая нестабильность, норматив краткосрочной ликвидности.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях макроэкономической неопределенности, прогнозируемого дефицита ликвидности и продолжающейся структурной трансформации российского финансового рынка, системно значимые кредитные организации становятся более уязвимыми к специфическим проблемам оценки и управления риском несбалансированной ликвидности. Ранее поддержание ликвидности крупнейших банков основывалось на использовании механизмов рефинансирования Банка России, в том числе в форме безотзывной кредитной линии, которая позволяла обеспечивать формальное соблюдение норматива краткосрочной ликвидности. Внедрение адаптированного национального норматива краткосрочной ликвидности требует трансформации внутренних систем управления. В этих условиях вызовы, порожденные цифровой трансформацией, приобретают большую значимость в связи с необходимостью самостоятельного обеспечения уровня ликвидности банками. Так, большую значимость приобретают переход к сложному математическому моделированию денежных потоков, появление новой формы денег и критическая зависимость финансовой стабильности от бесперебойной работы ИТ-инфраструктуры.

ИССЛЕДОВАНИЕ

1. Проблемы поведенческого моделирования денежных потоков в условиях неопределенности.

Одной из наиболее значимых технологических проблем для системно значимых банков является растущая уязвимость внедренных моделей поведенческого моделирования при определении срочности активов и обязательств, следовательно, оценка рисков несбалансированности по срокам значительно затруд-

няется. С 2021 года крупнейшие СЗКО совершили переход от традиционной, консервативной оценки срочности обязательств исключительно по контрактным срокам в пользу статистического моделирования остатков на счетах. Это предполагает отнесение крупных объемов средств до востребования к более долгосрочным обязательствам.

Как правило такой подход более адекватно отражает реальную доступность ресурса и позволяет системно значимым организациям направлять эти средства на финансирование долгосрочных инвестиционных проектов. У системно значимых банков дефицит ликвидности формируется на горизонтах свыше трех лет в связи с необходимостью фондировать долгосрочные кредиты. При реализации технологических шоков значительно усиливается риск непредвиденных оттоков ликвидности, так как математические модели, обученные на исторических данных, не способны предсказать поведение клиентов при возникновении паники без обучения на специальных данных. Кроме того, внедрение поведенческих моделей затрудняет точное определение премий за трансформацию сроков на долгосрочных горизонтах планирования, а одновременное управление ликвидностью розничных клиентов с фиксированными ставками и корпоративного сегмента с плавающими ставками требует значительных вычислительных ресурсов.

2. Институциональные и технологические вызовы внедрения цифрового рубля.

Поэтапное внедрение и потенциальное масштабное распространение цифрового рубля является новым вызовом, формирующим прямые угрозы для ликвидной позиции коммерческих банков. Он предоставляет клиентам банков альтернативный способ хранения безналичных средств.

Главная проблема для банковской системы заключается в том, что средства, размещенные в цифровых рублях, не формируют ресурсную базу коммерческих банков. Поскольку цифровые рубли не генерируют процентный доход для клиента, эксперты прогнозируют, что масштабному оттоку подвергнут-

ся самые дешевые для банков средства физических на счетах до востребования. Данный риск возрастет в случае принятия административных решений о переводе части платежей, например, заработных плат, в новую форму денег.

Для удержания ликвидности банки столкнутся с необходимостью пересмотра процентной политики. Даже крупнейшие СЗКО будут вынуждены начислять и повышать проценты на остатки по текущим счетам, чтобы мотивировать клиентов переводить цифровые рубли обратно на текущие счета в банках. В результате источники фондирования банков значительно подорожают, поведение клиентов относительно средств до востребования значительно изменится, снижая точность и корректность прогнозов денежных потоков на основе поведенческого моделирования.

3. Технологическая нестабильность цифровых платформ и риск «цифровых набегов» в текущих условиях.

Цифровизация клиентского пути привела к тому, что обслуживание клиентов крупнейших банков реализуется преимущественно посредством дистанционных каналов. В таких условиях технологическая трансформация инфраструктуры интернета, периодические сбои в работе мобильных приложений и систем дистанционного банковского обслуживания создают значительную угрозу снижения уровня доверия ко всей банковской системе.

Данная проблема особенно остро стоит перед полностью цифровыми розничными СЗКО (например, АО «ТБанк»), фондирование которых более чем на 70% зависит от средств физических лиц. Технологические сбои моментально провоцируют социальный резонанс и панику, трансформирующуюся в классический «набег вкладчиков». В цифровую эпоху скорость таких набегов возрастает многократно. Более того, распространение открытых интерфейсов позволяет клиентам переводить средства в другие кредитные организации автоматически и практически мгновенно при малейшем снижении доходности или появлении негативного информационного фона. В таких ус-

ловиях технологическая нестабильность может стимулировать переток средств в наличную форму.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование демонстрирует, что глубокая цифровизация банковского сектора и внедрение передовых алгоритмов поведенческого моделирования для прогнозирования денежных потоков сопровождаются формированием новых технологических и инфраструктурных уязвимостей для системно значимых кредитных организаций в текущих условиях.

Внедрение цифрового рубля создает дополнительные риски оттока средств до востребования, что особенно критично в связи с применением исторических данных при прогнозировании оттоков средств на текущих счетах, которые в условиях появления альтернативной формы денег потеряют актуальность. Это происходит на фоне значительной технологической нестабильности, которая может привести к снижению общего уровня доверия к банковской системе.

В сложившихся условиях системы управления риском ликвидности СЗКО требует комплексных мер, в частности аккумуляции буферов высоколиквидных активов для соблюдения национального норматива, адаптации процентной политики в целях удержания пассивов, а также системного повышения операционной надежности расчетных платформ и дистанционных каналов обслуживания. Данные меры потребуют значительных вложений и снизят рентабельность банков, в связи с чем требуется дальнейшее исследование для определения путей совершенствования оценки и управления риском ликвидности системно значимых кредитных организаций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Положение Банка России от 31.07.2025 N 864-П «О порядке расчета системно значимыми кредитными организациями норматива краткосрочной ликвидности, о его предельном

- значении и об осуществлении Банком России надзора за их соблюдением»
2. Бровкина, Н. Е. Риски долгосрочных сбережений и инвестиций: содержание и направления нейтрализации / Н. Е. Бровкина // Банковские услуги. — 2025. — № 7. — С. 21–30. — DOI 10.36992/2075–1915_2025_7_21. — EDN MGONBE.
 3. Калухов В. В. Цифровой рубль в России и мире / В. В. Калухов, М. В. Дугаев // Финансы: теория и практика. — 2025. — Т. 29, № 6. — С. 62–76. — DOI 10.26794/2587–5671–2025–29–6–62–76. — EDN UAFLYR.
 4. Банк России прогнозирует рост дефицита ликвидности банков в 2026 году [Электронный ресурс], URL: <https://www.interfax.ru/business/1062785> (дата обращения: 02.03.2026)
 5. Банки могут лишиться до 20% средств на депозитах из-за цифрового рубля [Электронный ресурс], URL: <https://iz.ru/1949810/mariia-stroiteleva/nevkladno-poluchaetsya-banki-mogut-lishitsya-do-20-sredstv-na-depozitah-iz-za-tsifrovogo-rublya> (дата обращения: 21.03.2026)
 6. Основные направления развития наличного денежного обращения на 2026–2030 годы [Электронный ресурс], URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/186059/onrndo_2026–2030.pdf (дата обращения: 02.04.2026)
 7. Центр раскрытия корпоративной информации [Электронный ресурс], URL: <https://www.e-disclosure.ru> (дата обращения: 27.03.2026)

3.4 ЭВОЛЮЦИЯ МОДЕЛЕЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ: ОТ КЛАССИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ К ГИБРИДНЫМ АРХИТЕКТУРАМ НА БАЗЕ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ

Хутиев Рустэм Русланович,
Аспирант, Кафедра информационных технологий, Финансовый

университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 259104@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Судаков Владимир Анатольевич

Доктор технических наук, профессор Кафедры информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, vasudakov@fa.ru

В условиях экспоненциального роста объемов данных рекомендательные системы выступают ключевым инструментом автоматизации и поддержки принятия решений в электронной коммерции и финансовом секторе. Актуальность исследования обусловлена необходимостью преодоления фундаментальных ограничений традиционных алгоритмов ранжирования, в частности проблемы сужения пользовательских интересов (content fatigue и filter bubble). Цель работы — провести комплексный анализ эволюции моделей рекомендательных систем, охватывающий применение ансамблевых алгоритмов градиентного бустинга для задач точного ранжирования и современную интеграцию больших языковых моделей (LLM). В результате формализованы математические постановки задач для классических подходов и гибридных конвейеров, где LLM применяются для семантического поиска новых кластеров интересов. Дополнительно рассмотрены вопросы прогнозирования деградации качества сложных рекомендательных ансамблей в условиях нестационарности потоков данных (concept drift), что критически важно для эксплуатации систем в production-среде.

Ключевые слова: поддержка принятия решений, рекомендательные системы, градиентный бустинг, большие языковые модели, гибридные алгоритмы, дрейф данных, ранжирование.

ВВЕДЕНИЕ

В современной цифровой экономике системы поддержки принятия решений (СППР) все чаще интегрируют в свою архитектуру рекомендательные алгоритмы. Массовое применение персонализированных сервисов требует от бизнеса обработки

огромных массивов неструктурированных данных для формирования релевантных предложений. Исторически развитие таких систем началось с методов коллаборативной фильтрации и матричной факторизации, решающих задачу извлечения латентных признаков. Однако с усложнением бизнес-логики индустрия перешла к многоуровневым архитектурам: этапу грубой генерации кандидатов (Candidate Generation) и этапу точного ранжирования.

На текущем этапе развития наблюдается парадигмальный сдвиг. Классические нейросетевые и древовидные модели, оптимизирующие вероятности клика или конверсии, приводят к замыканию пользователя в «информационном пузыре». Для решения этой проблемы передовые исследования предлагают гибридные системы, использующие генеративный искусственный интеллект (LLM) для глубокого понимания интенций пользователя и исследования новых областей интересов. Настоящее исследование посвящено анализу таких гибридных архитектур с точки зрения их математического аппарата и оценки стабильности работы.

ИССЛЕДОВАНИЕ

1. Ансамбли деревьев решений в задачах ранжирования

На этапе точного ранжирования, который непосредственно влияет на итоговое принятие решений пользователем или оператором системы, индустриальным стандартом остаются методы градиентного бустинга на деревьях решений (GBDT, например, XGBoost, LightGBM, CatBoost). Их преимущество заключается в устойчивости к выбросам и высокой эффективности работы с гетерогенными (категориальными и числовыми) признаками.

Математически задача ранжирования формулируется как минимизация эмпирического риска. На итерации t модель ищет дерево f_t , которое минимизирует целевую функцию $\mathcal{L}^{(t)}$:

$$\mathcal{L}^{(t)} = \sum_{i=1}^n l(y_i, \hat{y}_i^{(t-1)} + f_t(x_i)) + \Omega(f_t)$$

где n — объем обучающей выборки, l — дифференцируемая функция потерь (например, Logloss для предсказания вероятности клика CTR), y_i — истинная метка взаимодействия, $\hat{y}_i^{(t-1)}$ — предсказание композиции деревьев на предыдущем шаге, а $\Omega(f)$ — регуляризационный член, штрафующий за сложность дерева (количество листьев и веса).

Несмотря на высокую предсказательную способность, GBDT модели по своей природе экстраполируют исторические предпочтения, что ограничивает возможность рекомендации радикально новых, но потенциально релевантных объектов (exploration problem).

2. Интеграция LLM для расширения пользовательских интересов

Для преодоления эффекта «информационного пузыря» в современных архитектурах применяются гибридные фреймворки, объединяющие логический вывод LLM и точность классического ранжирования. В таких системах большая языковая модель выступает не как конечный классификатор, а как генератор гипотез о новых интересах пользователя на основе его истории.

Формализуем данный процесс. Пусть H_u — история взаимодействий пользователя u . В классической парадигме вероятность рекомендации объекта v оценивается напрямую как $P(v|H_u)$. В гибридной парадигме вводится промежуточное латентное пространство интенций (кластеров интересов) Z . Вероятность рекомендации формируется как композиция:

$$P(v|H_u) = \sum_{z \in Z} P_{LLM}(z|H_u) \cdot P_{Rec}(v|z, H_u)$$

Здесь $P_{LLM}(z|H_u)$ — вероятность генерации нового кластера интересов z с помощью промптинга языковой модели. Например, если H_u содержит покупки туристического снаряжения, LLM может сгенерировать $z = \text{«Курсы первой помощи»}$. Вторая часть, $P_{Rec}(v|z, H_u)$, рассчитывается классической рекомендательной моделью (тем же GBDT), но с жестким ограничением выборки кандидатов условием принадлежности к кластеру z .

Рисунок 1 иллюстрирует архитектуру, при которой LLM обе-

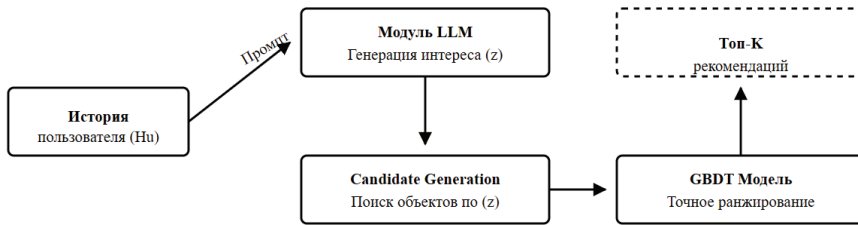


Рис. 1. Архитектура гибридной рекомендательной системы

спечивает широту охвата и новизну, а ML-алгоритмы нижнего уровня гарантируют соблюдение бизнес-ограничений и персонализацию.

3. Мониторинг и прогнозирование деградации качества гибридных моделей

Внедрение сложных многосоставных конвейеров ставит задачу обеспечения стабильности системы в production-среде. В процессе эксплуатации неизбежно происходит дрейф концепций (concept drift) — изменение зависимости между признаками и целевой переменной с течением времени.

Математически дрейф концепций выражается в изменении условной вероятности: $P_{train}(y|X) \neq P_{test}(y|X)$. Для рекомендательных систем это означает, что паттерны поведения, выученные

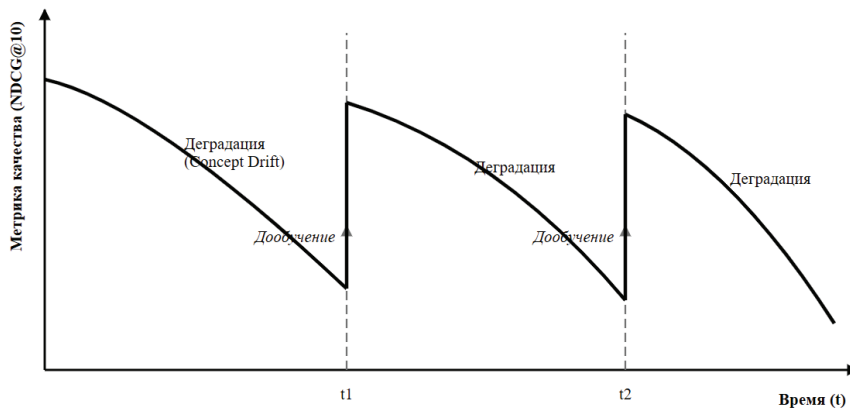


Рис. 2. График деградации качества ранжирующей модели во времени

бустингом или LLM на исторических данных, перестают соответствовать текущим реалиям.

Для поддержки принятия решений о переобучении моделей разрабатываются системы мониторинга метрик оффлайн-качества (NDCG, Precision@K) и бизнес-метрик (Conversion Rate).

Использование строгих методов А/В-тестирования и каузального инференса позволяет своевременно выявлять точки критического падения метрик (Рисунок 2). Предиктивная оценка деградации позволяет инициировать процедуру переобучения автоматически, до того как качество сервиса негативно отразится на показателях бизнеса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эволюция систем поддержки принятия решений в сфере рекомендательных технологий демонстрирует уверенный переход от монолитных статистических алгоритмов к модульным гибридным пайплайнам. Математическая формализация и внедрение алгоритмов градиентного бустинга обеспечивают высокую точность предсказания конверсий, однако не решают проблему исследовательского поиска. Интеграция больших языковых моделей на уровне формирования латентных намерений пользователя позволяет преодолеть это ограничение, обеспечивая баланс между эксплуатацией известных предпочтений и исследованием новых (exploration vs. exploitation). При этом ключевым фактором промышленной эксплуатации подобных систем становится непрерывный мониторинг статистического распределения данных, позволяющий предсказывать дрейф концепций и нивелировать деградацию качества моделей с помощью предиктивного дообучения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. LLMs for User Interest Exploration in Large-scale Recommendation Systems [Электронный ресурс] // arXiv preprint arXiv:2405.16363. — 2024. — URL: <https://arxiv.org/pdf/2405.16363> (дата обращения: 15.04.2026).

2. Prokhorenkova L. et al. CatBoost: unbiased boosting with categorical features // Advances in neural information processing systems. — 2018. — Т. 31.
3. Ke G. et al. Lightgbm: A highly efficient gradient boosting decision tree // Advances in neural information processing systems. — 2017. — Т. 30.
4. Рекомендательные системы: проблемы и методы решения. Часть 1 [Электронный ресурс] // Хабр. — URL: <https://habr.com/ru/companies/prequel/articles/567648/> (дата обращения: 15.04.2026).
5. Lu J. et al. Learning under concept drift: A review // IEEE transactions on knowledge and data engineering. — 2018. — Т. 31. — № 12. — С. 2346–2363.
6. Создание рекомендательных систем на основе анализа поведения пользователей на сайте [Электронный ресурс] // Хабр. — URL: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/764680/> (дата обращения: 15.04.2026).
7. Как подготовить и провести А/В-тестирование. Базовый роадмэп для новичков [Электронный ресурс] // Хабр. — URL: <https://habr.com/ru/companies/glowbyte/articles/696540/> (дата обращения: 15.04.2026).

3.5 «ЯЎКА.NET». СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ПОСЕЩАЕМОСТИ НА БАЗЕ NFS-ТЕХНОЛОГИЙ

Гайкевич Назар Константинович,

*Студент бакалавриата, Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Полоцк, Республика Беларусь,
n.k.gaykevich@students.psu.by*

Овчинников Владимир Александрович,

*Студент бакалавриата, Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Полоцк, Республика Беларусь,
v.a.ovchinnikov@students.psu.by*

Научный руководитель:

Петрович Ольга Николаевна,
Кандидат технических наук, доцент, Декан факультета информационных технологий, Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Полоцк, Республика Беларусь, o.petrovich@psu.by

В работе рассматривается проблема децентрализации и низкой эффективности ручного учета посещаемости студентов и мероприятий воспитательной работы в высших учебных заведениях. Предлагается решение в виде локальной информационной системы «Яўка.Net», разработанной на базе Полоцкого государственного университета. Целью исследования является обоснование архитектуры и функциональных модулей системы, обеспечивающих мгновенную NFC-идентификацию, иерархическое разграничение прав доступа и автоматическую генерацию отчетности. В результате предложена клиент-серверная модель на основе технологического стека ASP.NET Core, React и PostgreSQL. Показано, что внедрение системы позволяет сократить временные затраты профессорско-преподавательского состава на ведение учета до 80%, минимизировать ошибки человеческого фактора и обеспечить оперативной аналитикой управленческий персонал вуза без существенных капитальных вложений за счет использования ресурсов дипломного проектирования.

Ключевые слова: цифровизация образования, информационная система, учет посещаемости, NFC-идентификация, архитектура доступа, воспитательная работа, автоматизация отчетности.

ВВЕДЕНИЕ

Современный этап развития высшего образования характеризуется активным внедрением инструментов цифровой экономики в административно-управленческие процессы. Однако в ряде вузов постсоветского пространства сохраняется практика бумажного журнального учета и децентрализованного сбора данных в электронных таблицах Excel. Проведенный в рамках CustDev-исследования опрос сотрудников Полоцкого государ-

ственного университета показал, что кураторы учебных групп и сотрудники деканатов тратят от 45 до 90 минут ежедневно на агрегацию и ручную сверку данных о посещаемости [1]. При умножении на продолжительность семестра это формирует потери рабочего времени объемом до 150 часов на одного специалиста.

Кроме того, существующая модель не позволяет вести оперативный учет участия студентов в мероприятиях по ключевым направлениям воспитательной работы, что снижает качество планирования и отчетности. Целью настоящей работы является описание архитектуры и методов автоматизации данных процессов с помощью разработанной системы «Яўка. Net», позволяющей перейти к единой цифровой среде вуза с минимальной финансовой нагрузкой на бюджет учреждения.

ИССЛЕДОВАНИЕ

1. Архитектура доступа и ролевая модель системы

Ключевой особенностью разработанной системы является реализация строгой иерархической модели разграничения прав доступа, зеркально отражающей организационную структуру университета. Система предусматривает четыре уровня:

Операционный (Преподаватель дисциплины): Доступен интерфейс для фиксации присутствия на своих занятиях с временем отклика менее 1 секунды на Студента.

Организационный (Куратор группы): Контроль пропусков, учет больничных листов и формирование отчетности для кураторских часов.

Управленческий (Деканат): Контроль освобождений, календарь факультетских мероприятий и метрики эффективности работы кураторов.

Стратегический (Отдел по идеологической и воспитательной работе — ОИиВР): Полный доступ к сводной аналитике по университету с детализацией по направлениям воспитательной работы.

Такая архитектура обеспечивает конфиденциальность персональных данных и исключает дублирование функций.

В отличие от универсальных ERP-систем, адаптация которых требует значительных затрат, «Яўка.Net» изначально спроектирована под регламенты конкретного вуза [2].

2. Техническая реализация и методы идентификации

Техническая реализация базируется на клиент-серверной архитектуре. Серверная часть (Backend) разработана на платформе ASP.NET Core и предоставляет RESTful API для взаимодействия с клиентскими приложениями. Пользовательский интерфейс (Frontend) реализован в виде одностраничного приложения (SPA) с использованием библиотеки React, что обеспечивает высокую скорость отклика дашбордов и адаптивность верстки под мобильные устройства преподавателей. В качестве системы управления базами данных выбрана PostgreSQL, поддерживающая сложные реляционные связи, аудит изменений и резервное копирование.

В основе аппаратной идентификации лежит технология ближней бесконтактной связи NFC [3]. Метод предполагает использование существующих студенческих билетов со встроенными NFC-метками. Считывание данных производится через мобильные устройства преподавателей или портативные NFC-ридеры. Экспериментальные замеры показали, что время фиксации одного студента не превышает 0,8 секунды, что делает процесс отметки группы из 25–30 человек незаметным в рамках организационного момента начала пары.

3. Автоматизация учета воспитательной работы Важным функциональным модулем системы является блок работы с мероприятиями. В отличие от аналогов, сфокусированных исключительно на академической успеваемости, «Яўка.Net» содержит классификатор мероприятий по основным направлениям (духовно-нравственное, патриотическое, правовое, ЗОЖ и др.). Куратор создает цифровую карточку мероприятия в один клик, а система автоматически фиксирует явку студентов по NFC и генерирует нормативную отчетность для ОИиВР. Внедрение модуля позволяет ликвидировать многодневную задержку в сборе информации и повысить объективность оценки воспитательной деятельности факультетов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная система «Яўка.Net» представляет собой законченное прикладное решение для цифровизации административных процессов высшего учебного заведения. Использование методов машинной идентификации (NFC) в совокупности с иерархической ролевой моделью доступа позволяет добиться сокращения времени на учетные операции и повышения достоверности данных сводной статистики.

Экономическая эффективность проекта достигается за счет нулевой стоимости разработки программного кода (реализация в рамках дипломного проектирования) и минимальных затрат на серверное обслуживание.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. CustDev-исследования [Электронный ресурс], URL: <https://blog.skillfactory.ru/glossary/custdev/> (дата обращения: 13.04.2026)
2. ERP-система это [Электронный ресурс], URL: <https://www.cleverence.ru/articles/biznes/chto-takoe-erp-sistema-prostymi-slovami-rasshifrovka-ponyatiya-primery-i-klassifikatsiya-programmy-d/> (дата обращения: 13.04.2026)
3. NFC это [Электронный ресурс], URL: <https://www.samsung.com/ru/explore/life-hacks/nfc-in-a-smartphone-what-is-it-why-is-it-needed-and-how-to-set-up-contactless-payment/> (дата обращения: 14.04.2026)

3.6 ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ БЛОКЧЕЙН ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ СТУДЕНТОВ

Путро Александр Владимирович,

*Студент бакалавриата, Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Полоцк, Республика Беларусь,
a.v.putro@students.psu.by*

Пыльченко Георгий Сергеевич,
Студент бакалавриата, Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Полоцк, Республика Беларусь,
Email g.s.pylchenko@students.psu.by

Научный руководитель:
Петрович Ольга Николаевна,
Кандидат технических наук, доцент, Декан факультета информационных технологий, Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Полоцк, Республика Беларусь,
o.petrovich@psu.by

В данной работе рассматривается вопрос защиты персональных данных студентов в условиях цифровизации образования, а именно — внедрение блокчейн-технологий для безопасного хранения и верификации информации об успеваемости, дипломах и сертификатов, полученных студентами по итогам окончания образования. В настоящее время регулярно происходят утечки персональных данных из систем учреждений образования, что создаёт риски для студентов и уменьшает доверие к цифровым сервисам. Кроме того, существует проблема фальсификации документов о полученном образовании. Традиционные централизованные базы данных уязвимы для взлома и несанкционированного изменения записей. В работе показано, что блокчейн, обеспечивающей децентрализованное хранение, неизменность записей и криптографическую защиту, позволяет эффективно решить проблему защиты персональных данных. Ключевым преимуществом блокчейна является невозможность изменения уже внесённой информации — ни студентом, ни сотрудником университета и самое главное ни злоумышленником. Внедрение блокчейн-системы не требует кардинальной перестройки, существующей IT-инфраструктуры учебных заведений. При этом студент получает не право редактировать свои данные, а возможность безопасно предоставлять их третьим лицам, например, работодателям или другим учреждениям, с гарантией подлинностью. Данный подход ориентирован на создание

единой защищённой экосистемы хранения и верификации персональных данных студентов.

Ключевые слова: блокчейн, распределённые реестры, защита персональных данных, неизменность данных, верификация дипломов, цифровые сертификаты, децентрализация, образование.

ВВЕДЕНИЕ

С развитием цифровых технологий образовательные учреждения всё активнее переходят на электронный документооборот, хранение данных об успеваемости, личных дел студентов, дипломов и сертификатов. Однако централизованные базы данных, используемые в большинстве учреждениях, становятся целью для злоумышленников. Утечки персональных данных студентов, такие как адреса, номера телефонов, происходят регулярно, тем самым нанося репутационный ущерб и создавая риски мошенничества. Не менее острой является проблема фальсификации образовательных документов — как со стороны студентов, так и со стороны третьих лиц. Традиционные методы защиты не решают проблему полностью, так как единая точка хранения остаётся уязвимой для взлома. В ответ на эти вызовы предлагается использовать блокчейн-технологии — распределённый и децентрализованный реестр, который обеспечивает неизменность, прозрачность и криптографическую защиту данных. В данной работе рассматривается подход к защите персональных данных студентов на основе блокчейна, при котором запись, однажды внесённая учебным заведением, становится неизменяемой, а студент получает возможность безопасно предъявлять свои документы без риска их утечки и подделки.

ИССЛЕДОВАНИЕ

1. Проблемы защиты персональных данных в образовательных системах.

Современные информационные системы учреждений образования строятся по централизованному принципу: все

данные студентов хранятся на серверах учебного заведения. Тем самым создавая несколько уязвимостей: единая точка отказа, риски инсайдерских угроз, отсутствие прозрачности для студента, например, он не может проверить, не были ли изменены его записи задним числом. Кроме того, при переводе в другое учреждение образования или трудоустройстве необходимо повторное подтверждение подлинности документов, что занимает время и требует доверия к бумажным копиям.

2. Блокчейн как средство защиты персональных данных с гарантией неизменности.

Блокчейн состоит из нескольких взаимосвязанных блоков, каждый из которых содержит набор записей. Блоки связаны криптографическими хешами, образующими непрерывную цепочку. Ключевые характеристики технологии применительно к защите персональных данных студентов:

- Неизменность — запись, добавленную в блокчейн, невозможно изменить или удалить. Это означает, что ни Студент, ни сотрудник вуза, ни хакер не могут задним числом подделать оценки, диплом или сертификат. Только новая запись может быть добавлена поверх существующей, но старая остаётся в цепочке.
- Децентрализация — данные не хранятся на едином сервере, а распределены по множеству узлов сети. Для изменения информации злоумышленнику потребовалось бы взломать более половины узлов одновременно, что практически невозможно.
- Криптографическая безопасность — все записи защищены хеш-функциями и цифровыми подписями учебного заведения.

Важным аспектом является то, что в блокчейне не требуется хранить сами персональные данные — достаточно хранить их хеш. Сами данные могут храниться в зашифрованном виде, а блокчейн подтверждает, что эти данные не были изменены с момента регистрации.

3. Схема работы блокчейн-систем.

Предлагается следующий порядок действий. На первом этапе учебное заведение создаёт цифровую запись о достижениях студента, подписывает её своей электронной подписью и записывает хеш этой записи в блокчейн. С этого момента запись становится неизменяемой. На втором этапе студент получает цифровой ключ доступа к своим данным — но не для редактирования, а для предъявления. Студент может показать свой диплом работодателю или отправить его в другое учебное заведение, но не может ни изменить оценки, ни добавить себе несуществующий сертификат. На третьем этапе работодатель, получив от студента доступ к данным, например, через QR-код или ссылку, может мгновенно проверить подлинность, сравнив хеш документа с записью в блокчейне. Если студент попытается изменить данные в своей копии документа, хеш изменится, и блокчейн покажет несоответствие — подделка будет мгновенно обнаружена.

4. Преимущества и вызовы внедрения.

Основные преимущества: гарантированная неизменность записей, защита от массовых утечек, прозрачность для студента, быстрота проверки документов, секунды вместо нескольких дней. Вызовы: необходимость интеграции с существующими информационными системами, нормативно-правовое признание цифровых записей, обучение персонала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, применение блокчейн-технологий для защиты персональных данных студентов позволяет решить ключевые проблемы: невозможность несанкционированного изменения записей, защиту от утечек и быструю верификацию подлинности. Блокчейн гарантирует, что ни студент, ни злоумышленник, ни даже сотрудник учебного заведения не смогут задним числом изменить уже внесённые данные. Студент получает не право редактирования, а возможность безопасно предъявлять свои неизменяемые документы третьим лицам.

Для успешного внедрения необходимо преодолеть организационные и нормативно-правовые барьеры, однако потенциальные преимущества делают блокчейн одной из ключевых технологий для построения безопасной и прозрачной образовательной экосистемы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Утечки базы данных Студентов увеличились на 36% [Электронный ресурс] URL: https://1tulatv.ru/novosti/UQAqJ3KzD1l6VDGbaijIcsSeOss0FSBZggu_gmpy2kcvzuIE-na-36.html (дата обращения: 11.04.2026)
2. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ В УСЛОВИЯХ INDUSTRY 4.0 [Электронный ресурс] URL: https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/58187/1/Kasumov_Sovremennye.pdf (дата обращения: 11.04.2026)
3. Конфиденциальность и блокчейн [Электронный ресурс] URL: https://ru.ruwiki.ru/wiki/Конфиденциальность_и_блокчейн (дата обращения: 12.04.2026)
4. Блокчейн: что это такое и как работает технология будущего? [Электронный ресурс] URL: <https://ecos.am/ru/blog/blockchain-what-is-it-and-how-it-works> (дата обращения: 13.04.2026)
5. Примеры использования блокчейна в образовании: проблемы и преимущества [Электронный ресурс] URL: <https://itanddigital.ru/blog/hrconsulting/tpost/gushkhn8d1-primeri-ispolzovaniya-blokcheina-v-obraz#:~:text=Технология%20блокчейн%20обеспечивает%20безопасность%20и,и%20уверенность%20в%20сфере%20образования> (дата обращения: 13.04.2026)
6. Как работает блокчейн в образовании [Электронный ресурс] URL: <https://blog.rt.ru/b2c/kak-rabotaet-blockchain-v-obrazovanii.htm> (дата обращения: 13.04.2026)
7. Блокчейн в сфере образования [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/articles/344764/> (дата обращения: 14.04.2026)

3.7 KOTLIN КАК ПЛАТФОРМА ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ РАЗРАБОТКИ AI-АГЕНТОВ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ С PYTHON И ПРЕИМУЩЕСТВА ДЛЯ JVM-ЭКОСИСТЕМЫ

Талько Дарья Алексеевна,

Студент бакалавриата, Академия управления при Президенте Республики Беларусь, Минск, Республика Беларусь, novysh_bv@ras.by

Научный руководитель:

Новыш Борис Владимирович,

Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры управления информационными ресурсами, Академия управления при Президенте Республики Беларусь, Минск, Республика Беларусь, novysh_bv@ras.by

Актуальность исследования обусловлена глобальным переходом индустрии искусственного интеллекта от этапа лабораторного прототипирования к фазе промышленной эксплуатации (LLMOps). В условиях 2025–2026 годов ограничения Python, такие как интерпретируемая природа, наличие GIL и высокие облачные издержки, становятся критическим барьером для масштабирования автономных AI-агентов в enterprise-средах. Целью данной работы является сравнительный анализ Kotlin (JVM) и Python как платформ для разработки сложных многоагентных систем, а также обоснование технологических преимуществ использования типизированных языков в высоконагруженных ИИ-сервисах. Результаты исследования демонстрируют значительное превосходство Kotlin в производительности (ускорение до 200 раз на вычислительных задачах и парсинге) и энергоэффективности (потребление ресурсов в 40 раз ниже по сравнению с Python 3.13). В статье проанализированы возможности структурированной конкурентности Kotlin и применение технологии GraalVM для оптимизации Cold Start и снижения затрат на инфраструктуру. На примере фреймворка Koog и кейса Deutsche Telekom доказано, что переход на Kotlin обеспечивает архитектурную надежность

и бесшовную интеграцию AI-агентов в существующие корпоративные экосистемы.

Ключевые слова: AI-агенты, Kotlin, Python, JVM, Koog, промышленная разработка, типобезопасность.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема «перехода из лаборатории в продакшн» в индустрии ИИ описывается как разрыв между гибкостью динамических языков и строгостью инженерных систем. Python идеален для быстрой итерации гипотез, но его интерпретируемая природа, отсутствие строгой типизации и ограничения многопоточности создают существенные риски при развертывании агентов, взаимодействующих с реальными базами данных и бизнес-процессами. Kotlin предлагает компромисс: лаконичный синтаксис, интуитивно понятный разработчикам на Python, в сочетании с мощностью экосистемы JVM, управляющей большей частью рабочих нагрузок в облачных средах и Kubernetes.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ

AI-агенты тратят значительную часть ресурсов на «склеивающий» код: парсинг JSON, управление состоянием, обработку результатов инструментов. В этих задачах интерпретируемый Python демонстрирует значительное отставание. При выполнении итерационных циклов Python тратит 0,72 секунды на миллион операций, Kotlin — 0,12 секунды. Парсинг JSON (1 МБ): Python — 0,48 с, Kotlin — 0,09 с [1].

Для количественной оценки разрыва в производительности при выполнении вычислительных задач обратимся к данным, представленным в Таблице 1. Эти результаты стандартных бенчмарков наглядно демонстрируют фундаментальное преимущество JIT-компиляции в JVM.

JIT-компиляция в JVM оптимизирует горячие участки кода, что недоступно CPython [3]. Код на Java/Kotlin всего в 1,5–2 раза медленнее C, Python — в 10–100 раз [4]. По энергоэффективно-

Таблица 1. Сравнение производительности Python и Java в вычислительных бенчмарках

Тип операции	Python 3.13 (Лучший результат)	Java 23 (Лучший результат)	Разница (в размах)
Fannkuch-redux	338,42 сек	10,48 сек	~32x
N-body	302,15 сек	6,52 сек	~46x
Spectral-norm	90,37 сек (v4)	1,55 сек	~58x
Mandelbrot	164,71 сек	4,05 сек	~40x

Источник — авторская разработка на основе источника [2]

сти Python потребляет в 74 раза больше ресурсов CPU, JVM — всего в 1,8 раза выше эталонного C [5].

При развертывании флота агентов на Kotlin компания может либо обслуживать в десятки раз больше запросов на том же оборудовании, либо сократить облачные расходы. В условиях «налога на инференс», когда затраты на работу ИИ-моделей составляют 80–90% бюджета, экономия на управляющем коде становится стратегическим преимуществом [6].

АРХИТЕКТУРА МНОГОАГЕНТНЫХ СИСТЕМ

Промышленные системы требуют оркестрации сотен параллельных процессов. Python `asyncio` сталкивается с ограничениями GIL, не позволяя эффективно использовать многоядерные процессоры. Kotlin решает проблему через корутины — легкие потоки с минимальным потреблением памяти.

Структурированная конкурентность Kotlin жестко привязывает жизненный цикл задач к области видимости, предотвращая утечки ресурсов. Для агентов с интенсивным вводом-выводом корутины обеспечивают значительно более высокую пропускную способность. Бенчмарки показывают: накладные расходы фреймворка на компилируемых языках могут быть в 100 раз ниже, чем в Python-реализациях [7].

**КООГ: ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФРЕЙМВОРК
ДЛЯ KOTLIN-АГЕНТОВ**

Фреймворк Koog от JetBrains решает ключевую проблему долгоживущих агентов — управление контекстом и отказоустойчивость. Koog внедряет концепцию явных графов выполнения, обеспечивая полную наблюдаемость и тестируемость каждого шага. Встроенная стратегия сжатия истории позволяет агенту интеллектуально сжимать контекст, сохраняя критически важные факты.

В отличие от линейных цепочек LangChain, Koog поддерживает сложные циклы, ветвление и устойчивость к сбоям через контрольные точки. При падении системы агент восстанавливается и продолжает работу с того же места.

ПРОМЫШЛЕННЫЙ КЕЙС: DEUTSCHE TELEKOM

Deutsche Telekom разработала одну из крупнейших в Европе LLM-платформ на Kotlin-стеке (фреймворк LMOS). Решение «Talk to your data» объединило разрозненные источники данных в семантическую карту знаний.

**Таблица 2. Метрики эффективности внедрения ИИ
(Кейс Deutsche Telekom)**

Параметр	До	После	Эффект
Время анализа данных	6 часов	< 1 часа	Сокращение в 6 раз
Экономия времени	0	1,9–2,5 ч/день	Высокая окупаемость
NPS (лояльность)	Базовый	+14 п.	Рост удовлетворенности
Время обработки (АНТ)	100%	65%	Ускорение на 35%

Источник — авторская разработка на основе источников [8]-[10].

Ключевые результаты внедрения этой платформы, выраженные в операционных и бизнес-метриках, систематизированы в Таблице 2.

AI-агенты оптимизируют работу сети, идентифицируя до 1500 микро-событий ежедневно и автономно корректируя емкость инфраструктуры.

ЭКОНОМИКА ОБЛАЧНЫХ РАСХОДОВ

Как уже было отмечено ранее, стоимость инференса становится доминирующей — 80–90% ИИ-бюджета. Неэффективный код на Python превращается в «скрытый налог». Технология GraalVM Native Image компилирует Kotlin-приложения в нативные файлы, которые стартуют за миллисекунды и потребляют в 5–10 раз меньше памяти.

Сравнительный анализ потребления ресурсов различными технологическими стеками при холодном старте представлен в Таблице 3.

Таблица 3. Сравнение потребления ресурсов при холодном старте

Технология	Время старта (Cold Start)	Память (Peak RSS)	Энергоэфф. (Energy)
C++	< 10 мс	~1–5 МБ	1,0x (Эталон)
Kotlin (GraalVM)	~20–50 мс	~40–70 МБ	~1,2x — 1,5x
Kotlin (JVM 23)	2–5 с	~150–256 МБ	1,8x
Python 3.13	1,5–3 сек	~50–120 МБ	75,8x

Источник — авторская разработка на основе источников [4, 5]

При пиковых нагрузках Python требует агрессивного авто-скалирования и роста счетов. Kotlin обеспечивает запас прочности CPU, обрабатывая пики без запуска дорогих GPU-инстансов.

ТИПОБЕЗОПАСНОСТЬ КАК ЗАЩИТА ОТ СБОЕВ

Если агент ошибается в типе данных при вызове банковского API — это катастрофа. Kotlin предоставляет статическую типизацию и null safety, предотвращая ошибки на этапе компиляции. В Python динамическая типизация позволяет передать строку вместо числа — ошибка проявится в runtime.

Коог использует систему типов для валидации аргументов и результатов инструментов, гарантируя, что LLM получает структурированные данные. В Python-фреймворках разработчики полагаются на «надежду», что модель пришлет правильный JSON.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Kotlin на JVM представляет собой зрелую платформу для разработки AI-агентов. Сравнительный анализ показывает превосходство в скорости исполнения (до 200 раз), эффективности многопоточности через корутины и поддерживаемости благодаря строгой типизации. Использование Kotlin снижает облачные расходы за счет плотности размещения сервисов и GraalVM.

Опыт Deutsche Telekom и JetBrains подтверждает: переход на Kotlin — это переход к инженерной дисциплине, создающей агентов для сложных enterprise-сред с миллионами пользователей. Kotlin занимает нишу «языка для производства», обеспечивая мост между вероятностными моделями и детерминированным ПО.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Python vs Kotlin: Comprehensive Comparison [Электронный ресурс], URL: <https://python-requests.org> (дата обращения: 08.03.2026)
2. Сводная таблица Python vs Java: Computer Language Benchmarks Game [Электронный ресурс], URL: <https://benchmarksgame-team.pages.debian.net/fastest/python.html> (дата обращения: 01.03.2026)
3. LinkedIn Post: Why Java is Consistently Faster Than Python

- [Электронный ресурс], URL: https://www.linkedin.com/posts/karuppasamy-a-79b9b6286_why-java-is-consistently-faster-than-python-activity-7385093954742108160-dXqD/ (дата обращения: 02.03.2026)
4. The Hidden Cost of Inefficient Code. Azul [Электронный ресурс], URL: <https://www.azure.com/> (дата обращения: 08.03.2026)
 5. From Python to Kotlin: A Transition Worth Making. JetBrains Blog [Электронный ресурс], URL: <https://blog.jetbrains.com/> (дата обращения: 25.02.2026)
 6. Optimizing GenAI Usage: A FinOps Perspective. FinOps Foundation [Электронный ресурс], URL: <https://www.finops.org/wg/optimizing-genai-usage/> (дата обращения: 01.03.2026)
 7. langchain-go-vs-python. GitHub [Электронный ресурс], URL: <https://github.com/> (дата обращения: 02.03.2026)
 8. From six hours to 60 minutes. Deutsche Telekom [Электронный ресурс], URL: <https://www.telekom.com/> (дата обращения: 08.03.2026)
 9. How Deutsche Telekom Upskilled 18,000 Employees. Bots & People [Электронный ресурс], URL: <https://botsandpeople.com/> (дата обращения: 07.03.2026)
 10. Empowering telecom employees. McKinsey [Электронный ресурс], URL: <https://www.mckinsey.com/> (дата обращения: 06.03.2026)

3.8 ОДНОВРЕМЕННАЯ ЛОКАЛИЗАЦИЯ И ОТОБРАЖЕНИЕ КАРТЫ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕРФЕЙСА ГРАФИЧЕСКОГО ПРОЦЕССОРА WEBGPU

Бакасов Марат Муратович,
Студент бакалавриата, Кыргызский государственный техни-
ческий университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан,
gul_kyshtobaeva@kstu.kg
Научный руководитель:
Кыштобаева Гульбара Кадыровна,

Старший преподаватель Кафедры прикладной математики и информатики, Кыргызский государственный технический университет им. И.Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, gul_kyshtobaeva@kstu.kg

Simultaneous Localization and Mapping with WebGPU

The article presents WebGPU Simultaneous Localization and Mapping (WSLAM) — a new solution for the purposes of SLAM, with parts of the process being parallelized through the use of a graphics processing unit (GPU). SLAM is the foundation for autonomous navigation and spatial reasoning in several fields, notably robotics and augmented reality. The main differentiating feature of this work, compared to other developments in the field — utilization of the cross-platform WebGPU graphics API. While most of the relevant works in this area of research use the CUDA API provided by Nvidia, that makes such software targeted only at devices with processing units made by Nvidia, limiting portability. Parallelization is implemented in the first stages of SLAM — creation of an image scale pyramid, feature and descriptor generation and matching, while the rest of the process — mapping, loop closure and factor-graph optimization is handled by existing solutions with little extra input from the work presented.

Keywords: simultaneous localization and mapping, gpu programming, image processing, computer vision, webgpu

INTRODUCTION

Simultaneous localization and mapping is the process of creating a map of an environment as well as estimating the position of the observer on said map. The main requirement for modern implementations of such systems is a continuous visual feed (usually video).

While works exist that rely solely on a single camera feed, accuracy and performance of such systems is often limited. Over the past 20 years, many approaches have been developed that improve performance by:

- Having more than one camera

- Sensor fusion with an inertial measurement unit
- Sensor fusion with a LiDAR sensor

Many SLAM algorithms can be divided into a front-end and a back-end part, where the front-end is responsible for image processing and the back-end turns features or direct data obtained from the previous step into point clouds, factor-graphs and other forms of representing mapped environments.

Examples of popular SLAM systems include:

1. ORB-SLAM3 [1] — a visual-inertial SLAM system developed in 2021, famous for being one of the first performant, accurate and well documented projects
2. DROID-SLAM [2] — SLAM system that focuses heavily on implementing the entire pipeline on the GPU using deep learning techniques implemented with CUDA
3. NVIDIA Isaac ROS Visual SLAM [3] — state-of-the-art accurate, versatile and performant CUDA-based closed-source system developed by Nvidia for deployment on robotics devices with Nvidia Jetson series processors

These works present robust ways to solve their relevant problems — general purpose real-time visual and visual-inertial approach [1], high-quality non-realtime reconstruction [2] and the proof that low-power devices are capable enough for real-time constraints [3]. Despite the high number of high-quality research in the field, most implementations are either CPU-bound which limits the performance of image analysis or are based on proprietary non-portable technology.

WebGPU, the first standard of which was released in 2023, has recently became an API supported on all major platforms [4]. It allows for creation of compute shaders that can work on any platform through either a browser (Google Chrome, Mozilla Firefox, etc.) or directly through a native implementation, such as Google Dawn (for C++) or wgpu (for Rust).

Because at the moment the standard is still evolving and not as ubiquitous as the CUDA platform, libraries for image processing, linear algebra and other compute tasks are either in research phase

or completely absent, which complicates development of specialized algorithms.

Developments presented above serve as the basis for the development of WSLAM.

CORE SOLUTION

The work takes inspiration from Jetson-SLAM [5], which implements a high performance design, capable of being executed on Jetson series processors with real-time constraints. This system focuses on developing a high-performance front-end, while most of the back-end work is delegated to ORB-SLAM3, which is partially integrated into the open-source codebase.

Authors of WSLAM took a similar approach, but replaced the back-end dependency with Georgia Tech Smoothing and Mapping Library (GTSAM) — a framework for solving factor-graph optimization problems, used widely in navigation for robotics.

GTSAM is a cross-platform library, with its main advantages being active maintenance, extendibility, better support in modern compilers (C++ 17) and incremental solving which, in general, improves performance of the system compared to other solutions [6].

For the front-end parts, authors chose to use the ORB feature descriptor [1] across an image-scale pyramid for a single camera feed, as well as IMU integration to improve tracking accuracy.

Feature detection is done across an image-scale pyramid. Corner culling is implemented on each resolution, and feature aggregation techniques are consequently used for generating features that are present across different scales. The implementation of these processes is derived from Jetson-SLAM[5].

Keyframe detection is done by analyzing what share of descriptors has persisted across camera frames. All non-keyframe camera readings are dropped to avoid unneeded resource usage.

Feature matching and triangulation of those detected features is also done on the GPU, using Hamming distance matching between descriptors, RANSAC for outlier rejection and triangulation to prepare said feature for processing in iSAM2.

The proposed system compromises on asynchronous GPU operations, dedicating an operating system level thread for communicating with Dawn in a blocking manner, while the library supports asynchronous communication. Such decision was made with the purpose of a faster development speed and ease of debugging. In order to improve efficiency, WSLAM uses multiple threads:

1. GPU communication
2. GTSAM/iSAM2 graph optimization
3. Loop closure detection and graph correction

Such architecture may further be improved by using coroutine features from C++20 and a library for managing a thread pool. The front-end of WSLAM has not been tested on as many systems and devices, which means tuning to specific hardware is another possible improvement.

CONCLUSION

Authors present WSLAM as one of the few solutions available in research that combine cross-platform support with GPU acceleration. It has two main dependencies — GTSAM and Dawn, which make it quite portable and easy to integrate in other applications.

This system and its architecture can reduce the costs associated with smart home devices and in domestic robotics applications by adding the option of moving some of the compute dedicated to maintaining a map of the environment to consumer's devices or, possibly, a dedicated compute station.

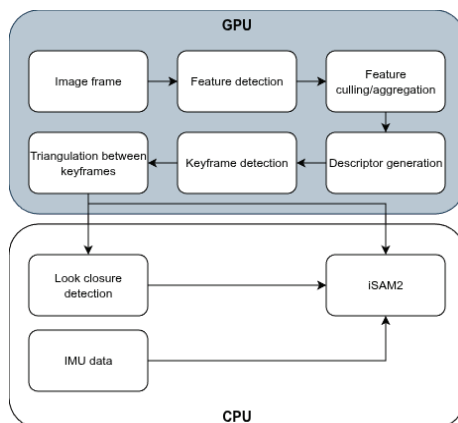


Fig. 1. system architecture and GPU/CPU processing split

Another use for this work lies in augmented reality applications as spatial intelligence is an active field of research and commercialization.

REFERENCES

1. An Accurate Open-Source Library for Visual, Visual-Inertial and Multi-Map SLAM [Electronic resource], URL: <https://arxiv.org/abs/2007.11898>
2. DROID-SLAM: Deep Visual SLAM for Monocular, Stereo, and RGB-D Cameras [Electronic resource], URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2108.10869>
4. cuVSLAM: CUDA accelerated visual odometry and mapping [Electronic resource], URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2506.04359>
5. WebGPU browser compatibility table [Electronic resource], URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebGPU_API#browser_compatibility (date of access: 01/04/2026)
6. High-Speed Stereo Visual SLAM for Low-Powered Computing Devices [Electronic resource], URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.04090>
7. A Comparison of Graph Optimization Approaches for Pose Estimation in SLAM [Electronic resource], URL: <https://doi.org/10.23919/MIPRO52101.2021.9596721>

3.9 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНСАМБЛЕВЫХ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И КЛАССИЧЕСКИХ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ЗАДАЧЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО СПРОСА

Поварова Софья Владимировна,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 242079@edu.fa.ru
Тузова Дарья Михайловна,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 242053@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Черняков Алексей Николаевич,

Кандидат философских наук, доцент Кафедры информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, anchernyakov@fa.ru

Актуальность исследования заключается в том, что современная экономика в крупных сетях является зависимой от большого количества внешних факторов, поэтому традиционные эконометрические модели ограничены в использовании из-за большого объёма данных, что чревато для прогнозирования продаж в макроэкономике. Даже небольшое повышение точности экономит компаниям миллионы и предотвращает избыточность и дефицит товаров в торговых сетях. Целью статьи является проведение сравнительного анализа прогностической способности двухстадийной ансамблевой и классической эконометрической моделей при работе с временными рядами, характеризующимися сложной структурой. В результате нашей работы нам удалось выяснить, что классическая модель SARIMA уступает комбинации моделей XGBoost и CatBoost на 40,79% на данных о продажах в городе Кито.

Ключевые слова: прогнозирование спроса, временные ряды, машинное обучение, градиентный бустинг, SARIMA, ансамблевые методы, экзогенные факторы.

ВВЕДЕНИЕ

В нашей работе мы столкнулись с обилием динамических показателей, которые событийно влияют на потребительский спрос, отражая нестабильность экономического рынка. Стандартная эконометрическая модель хорошо выявляет тренд и сезонность, подходит для статистического анализа, однако неспособна объяснить резкие всплески спроса, спровоцированные внешними факторами. Переход к многостадийным ансамблевым архитектурам машинного обучения является эффективным, так как повышает точность прогнозирования путём выявления нелинейных зависимостей.

ИССЛЕДОВАНИЕ

1. Разведывательный анализ EDA.

Наш исследовательский проект основан на наборе данных корпорации Favorita в городе Кито, столице Эквадора, за 2017 год. Рынок Эквадора является развивающимся и нестабильным, что идеально подходит для сравнения результативности ансамблевых и традиционных методов.

Доля нулевых продаж варьируется от 5% до 85% в зависимости от категории товара. Усредненная цифра в 31% не отражает реальную картину по каждой группе. Данные демонстрируют положительный тренд продаж. Ярко выражена недельная сезонность с большими продажами по выходным и минимальными по четвергам. Обнаружена внутримесячная сезонность, связанная с выплатой зарплат.

2. Факторный анализ экзогенных переменных.

В краткосрочные периоды важную роль играют промоакции, они стимулируют спрос и зачастую нелинейно. Анализ показал, что средние продажи с промоакциями выше, чем без них, в 7 раз.

Проведя анализ, мы заметили всплески активности, связанные с выплатами зарплат, в середине и конце месяца, а также в течение первых 24–48 часов после них.

В ходе разведывательного анализа выяснилось, что цена нефти (WTI) имеет умеренно сильную обратную корреляцию с продажами ($-0,627$).

3. Feature Engineering (Проектирование признаков).

Основываясь на разведывательном анализе, нами были добавлены новые бинарные признаки: флаг, указывающий на факт выдачи зарплаты, лаговый атрибут, показывающий дни после получения зарплаты, признак праздничного дня. Также дополнили набор данных лагами продаж в 16, 21 и 30 дней, чтобы учитывать прошлое поведение покупателей при предсказании их будущего поведения.

Для реализации двухэтапного подхода для классификации был добавлен бинарный признак, демонстрирующий наличие

продаж на текущий день в определенном магазине у конкретной группы товаров. Для регрессии к целевой переменной мы применили логарифмирование, так как продажи имеют большой разброс: от 0 до 124717 единиц.

4. Описание архитектуры прогностических моделей.

В рамках исследования была поставлена гипотеза о том, что комбинированные модели эффективнее классических эконометрических.

В проекте была выбрана модель SARIMA. Классическая модель показывает довольно высокие результаты на данных в стабильные периоды времени, однако она имеет проблему в виде неспособности адекватно реагировать на нестандартные события, которые могут не иметь повторения.

Для того чтобы отслеживать нелинейные зависимости в данных, были выбраны модели, использующие градиентный бустинг — XGBoost, CatBoost и LightGBM.

Чтобы преодолеть недостатки эконометрической модели, за основу последующего исследования было взято двухстадийное моделирование. Суть его заключается в том, что первым этапом является решение задачи классификации, а вторым — регрессии. Для нашего набора данных первоначально была проведена фильтрация объектов с помощью соответствующих классификаторов моделей (XGBoostClassifier, CatBoostClassifier, LGBMClassifier) с целью отсеять часть данных, где были зафиксированы нулевые продажи, и оставить для дальнейшей работы только те, где продажи были. На следующем этапе, следовательно, осуществляется предсказание с помощью регрессоров. Преимуществом этого подхода является прогнозирование продаж без отвлечения на прерывистость данных.

Сравнение моделей проводилось по метрике RMSLE (Root Mean Squared Logarithmic Error). Данный показатель является более устойчивым к выбросам и строго штрафует за ошибочный прогноз.

Заключительным этапом построения архитектуры прогно-

стических моделей стала оптимизация гиперпараметров и смешивание (blending) лучших моделей в ансамбль.

5. Оценка результатов и интерпретация.

По итогам тестирования трех алгоритмов градиентного бустинга на тестовых данных получились следующие значения метрики RMSLE: XGBoost — 0,40756, CatBoost — 0,40994, LightGBM — 0,41800. Лидирующей моделью оказалась XGBoost, поэтому именно ее гиперпараметры были оптимизированы. Позже получившийся алгоритм XGBoost смешали с другой качественной моделью CatBoost, в результате чего получили мощный ансамбль. Далее работу этого ансамбля следует сравнить с работой статистической модели SARIMA.

На временном интервале, последние 16 дней августа 2017 года, были получены результаты: SARIMA показала значение RMSLE, равное 0,13803, а RMSLE ансамбля — 0,08173, что изображено на рисунке 1. Анализ показал, что результат ансамбля на 40,79% оказался точнее.



Рис. 1. Сравнение прогностической способности моделей SARIMA и двухстадийного ансамбля на тестовой выборке (г. Кито, август 2017 г.)

Визуальный анализ графика подтверждает, что SARIMA не успевает адаптироваться к всплескам спроса, в то время как

ансамбль может отслеживать пиковую активность. В рамках данного исследования можно сказать, что ансамбль предсказывает корректнее, чем модель SARIMA.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поставленная гипотеза о целесообразности использования комбинирования нескольких моделей обучения для повышения точности прогнозирования ежедневных продаж в магазинах подтвердилась. Полученные результаты могут быть интегрированы в бизнес-процессы, что позволит более точно определять объём закупок, минимизируя риски возникновения дефицита или профицита товаров. Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой модели на основе трансформеров или нейронных сетей для последующего анализа временных зависимостей. Также данное исследование может быть масштабировано в рамках областей или страны в целом, оптимизируя логистические цепочки и производственные ресурсы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kaggle. Store Sales — Time Series Forecasting: Competition Results and Best Practices [Электронный ресурс] // Kaggle Blog. — 2024. — URL: <https://www.kaggle.com/competitions/store-sales-time-series-forecasting/overview> (дата обращения: 10.04.2026)
2. Chen, T., Guestrin C. XGBoost: A Scalable Tree Boosting System // Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. — 2016. — Pp. 785–794
3. Hancock, J. T., Khoshgoftaar T. M. CatBoost for big data: an interdisciplinary review [Электронный ресурс] // Journal of Big Data. — 2020. — Vol. 7. — No. 94. — URL: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40537-020-00369-8> (дата обращения: 11.04.2026)
4. Синельникова, Т. И. Исследование статистических методов прогнозирования временных рядов с трендом и сезонно-

стью [Электронный ресурс] // Вестник МГТУ им. Н.Э.Баумана. — 2021. — № 1. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-statisticheskikh-metodov-prognozirovaniya-vremennyh-ryadov-s-trendom-i-sezonnostyu> (дата обращения: 15.04.2026)

3.10 ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ КЭШБЭК-ПРЕДЛОЖЕНИЙ: ПОВЕДЕНЧЕСКИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТЫ

Панин Аристарх Андреевич,
Студент магистратуры, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 249654@edu.fa.ru

Научный руководитель:
Муравейко Александр Юрьевич,
Старший преподаватель Кафедры информационных технологий Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, aumuravejko@fa.ru

Статья посвящена проблематике разработки персонализированных кэшбэк-механик на основе алгоритмов машинного обучения. Анализируется эволюция рекомендательных систем в сфере финансовых технологий — от коллаборативной фильтрации к гибридным архитектурам с применением трансформеров и графовых нейронных сетей. Рассматривается поведенческий контекст персонализации через призму теорий ментального учёта и перспектив, обосновывается их влияние на восприятие кэшбэк-предложений пользователем. Отдельное внимание уделяется специфике российского рынка: регуляторным ограничениям на обработку персональных данных, последствиям отключения от международных платежных систем и требованиям локализации данных. Научная новизна работы состоит в интеграции поведенческих моделей принятия решений непосредственно в контур генерации предложений и в разработке многоуровневой архитектуры информацион-

ной системы, учитывающей технологические возможности ML-персонализации и ограничения российской регуляторной среды. Результаты проведённого анализа формируют основу для практической реализации системы.

Ключевые слова: машинное обучение, персонализация, кэшбэк, финансовые технологии, рекомендательные системы, поведенческая экономика, программы лояльности.

ВВЕДЕНИЕ

Рост рынка кэшбэк-сервисов в России и мире в сочетании с ужесточением конкуренции в сфере финансовых технологий формирует устойчивый запрос на переход от стандартных программ лояльности к персонализированным предложениям. Стандартные схемы «5% на супермаркеты для всех» исчерпали дифференцирующий потенциал: потребитель ориентируется не только на размер вознаграждения, но и на его субъективную релевантность собственным финансовым привычкам. Это обуславливает необходимость разработки информационных систем, способных анализировать поведение пользователей и генерировать индивидуализированные офферы в режиме реального времени.

Актуальность темы подтверждается рыночной динамикой: мировой рынок приложений для кэшбэка и вознаграждений, по прогнозам, достигнет объёма 8,5 млрд долларов США к 2033 году [5]. Российский рынок при этом развивается в условиях уникальных ограничений — после 2022 года форсировалось развитие Системы быстрых платежей (СБП), что сформировало новую технологическую основу для финтех-продуктов. Разработка эффективной системы персонализации требует учёта как алгоритмических возможностей, так и регуляторных реалий.

Цель работы — обосновать концептуальные принципы построения информационной системы анализа и прогнозирования поведения покупателей для формирования персонализированных кэшбэк-предложений на основе методов машинного обучения.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Теоретическую основу персонализированных кэшбэк-механик формируют две концепции поведенческой экономики. Первая — ментального учета Р. Талера [7]: получая возврат средств, пользователь воспринимает эту сумму не как часть основного бюджета, а как «бонусный» доход, что снижает психологический порог затрат и повышает склонность к повторным покупкам. Вторая — теория перспектив Д. Канемана и А. Тверски [6]: неприятие потерь делает формулировку «вы упустите 5% кэшбэка» статистически более побудительной, чем «получите 5%». Персонализация многократно усиливает оба эффекта: предложение, воспринимаемое как составленное специально для конкретного пользователя, имеет в 3,1 раза более высокую конверсию в сравнении с универсальным аналогом [4].

С технологической точки зрения рекомендательные системы в финтехе прошли путь от коллаборативной фильтрации к современным гибридным архитектурам. Классические методы — K-Means, Random Forest, градиентный бустинг (LightGBM, XGBoost) — обеспечивают приемлемую точность сегментации по RFM-метрикам, однако не позволяют учитывать долгосрочные поведенческие паттерны и временные зависимости в последовательностях транзакций. Переход к архитектурам на основе трансформеров и графовых нейронных сетей (GNN) позволяет выявлять скрытые связи в платёжных данных. Так, гибридная архитектура GNN+Transformer обеспечивает прирост точности на 12–20% по сравнению с классическими решениями, а применение техники Low-Rank Adaptation (LoRA) позволяет снизить вычислительную нагрузку при дообучении модели на 65% [3].

Сравнительный анализ основных ML-подходов для кэшбэк-систем представлен в таблице 1.

Существенным аспектом при выборе алгоритма являются регуляторные ограничения. Непрозрачные нейросетевые модели противоречат праву пользователя на объяснение, закреплённому в статье 22 GDPR. Это обуславливает применение инструментов объяснимого ИИ — в частности, SHAP-значе-

Таблица 1. Сравнительный анализ ML-подходов для систем персонализации

Критерий	Градиентный бустинг (XGBoost / LightGBM)	GNN + Transformer
Точность	Средняя–высокая при плотных данных	Превосходная, +12–20% к базовым моделям
Интерпретируемость	Высокая (SHAP, feature importance)	Низкая, требует XAI (SHAP, Attention Weights)
Устойчивость к разреженности данных	Умеренная	Высокая (механизм внимания)
Вычислительная нагрузка	Низкая–средняя	Высокая, снижается с LoRA
Соответствие регуляторам (GDPR / ФЗ-152)	Управляемый риск при наличии SHAP	Управляемый риск через XAI

ний, — которые позволяют декомпозировать прогноз модели на вклад конкретных признаков: истории транзакций, времени суток, категории покупки. В российском контексте к этому добавляется требование о хранении персональных данных исключительно на серверах, расположенных на территории Российской Федерации [1], что ограничивает использование зарубежных облачных платформ для обучения моделей.

Для проектируемой системы предлагается многоуровневая архитектура из четырёх взаимосвязанных модулей. Первый — модуль сбора и предобработки данных с механизмом детекции мошеннических транзакций: аномальные операции вносят систематическое смещение в обучающую выборку и искажают персонализированные рекомендации. Второй — ML-движок, реализующий двухэтапный подход: начальная сегментация пользователей методами градиентного бустинга по RFM-метрикам

с последующим переходом к GNN+Transformer-архитектуре по мере накопления транзакционной истории. Третий — модуль объяснимого ИИ (XAI), формирующий для каждого предложения человекочитаемое обоснование, что является обязательным условием соответствия ФЗ-152. Четвёртый — потоковый процессор, обеспечивающий генерацию персонализированного оффера в момент совершения транзакции с задержкой не более 200 мс.

Научная новизна предлагаемого подхода состоит в двух аспектах. Во-первых, поведенческие модели принятия решений (ментального учета, неприятие потерь) интегрированы непосредственно в контур генерации предложений: система не только рассчитывает оптимальный размер кэшбэка, но и формирует персонализированную формулировку оффера с учётом индивидуального когнитивного профиля пользователя. Во-вторых, архитектура изначально проектируется под требования российского законодательства о персональных данных, что принципиально отличает её от западных аналогов, не учитывающих специфику локализации данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённый анализ показывает, что персонализированные кэшбэк-механики, основанные на методах машинного обучения, представляют собой не только технологическое решение, но и инструмент управления финансовым поведением пользователей, укоренённый в принципах поведенческой экономики. Разработка подобной системы для российского рынка требует комплексного решения двух взаимосвязанных задач: достижения высокой точности прогнозирования с применением современных алгоритмов и обеспечения интерпретируемости модели в соответствии с требованиями федерального законодательства. Предложенная многоуровневая архитектура, включающая детектор аномалий, двухэтапный ML-движок, XAI-модуль и потоковый процессор, формирует методологическую основу для практической реализации системы. Дальнейшие исследования направлены на разработку математических

моделей сегментации пользователей и экспериментальную проверку эффективности предложенных решений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61801/ (дата обращения: 10.01.2026).
2. Бутенко Е. Д., Черников И. С. Кэшбэк: особенности маркетинговой деятельности банковской сферы // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2019. № 5. С. 21–29.
3. Казанцева А. И. Анализ развития искусственного интеллекта в банковской сфере // СКИФ. 2023. № 4 (80). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-razvitiya-iskusstvennogo-intellekta-v-bankovskoy-sfere> (дата обращения: 05.01.2026).
4. Огородникова Е. П., Джафарова А. Г. Перспективы и особенности развития кэшбэк-сервисов // Эпоха науки. 2020. № 22. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-i-osobennosti-razvitiya-keshbek-servisov> (дата обращения: 04.01.2026).
5. Global Cash Back and Rewards App Market // URL: <https://www.verifiedmarketreports.com/ru/product/cash-back-and-rewards-app-market/> (дата обращения: 10.01.2026).
6. Kahneman D., Tversky A. Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk // Econometrica. 1979. Vol. 47, No. 2. P. 263–291.
7. Thaler R. H. Mental Accounting Matters // Journal of Behavioral Decision Making. 1999. Vol. 12, No. 3. P. 183–206.

3.11 ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ ВОЗГОРАНИЙ

Бобина Татьяна Сергеевна,
Студент магистратуры, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 241239@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Емельянов Виталий Александрович,

Доктор технических наук, профессор Кафедры искусственного интеллекта, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, vaetelyanov@fa.ru

Лесные пожары каждый год наносят серьёзный экономический ущерб. Только в России в 2024 году прямой ущерб превысил 23 млрд рублей, а каждая минута задержки обнаружения увеличивает его на 7–8%. Спутниковая съёмка покрывает сотни квадратных километров за один снимок, но вручную все снимки не обработать. Нейросетевые детекторы вроде YOLO хорошо работают на обычных фото, однако на спутниковых снимках пожары часто занимают меньше 1% площади кадра, и стандартные модели их пропускают. В исследовании проводится поиск и реализация модели, точность распознавания пожаров на местности, которой будет максимально высокой на датасете спутниковых снимков Wildfire Satellite. Изучены существующие архитектуры нейронных сетей, проведена предобработка, в том числе приведение снимков к определенному размеру, нормализация, добавлены аугментации, такие как повороты, масштабирование, смена яркости. Далее обучены базовые модели YOLOv8n, YOLOv8m и RT-DETR-L и собранная модификация YOLOv8m с добавлением блоков внимания. Все модели обучены с использованием 5-фолдовой кросс-валидации. Для проверки робастности модели к реальным условиям съёмки проведены тесты с добавлением различного уровня шума. В ходе всех экспериментов были выявлены ограничения и определена наилучшая модель.

Ключевые слова: распознавание объектов, пожары, спутниковые снимки, нейросетевые детекторы, механизм внимания

ВВЕДЕНИЕ

С помощью спутниковой съёмки можно находить и предотвращать лесные пожары. Они каждый год наносят серьёзный экономический ущерб. По данным МЧС, только в России

в 2024 году прямой материальный ущерб от пожаров превысил 23 млрд рублей, а каждая минута задержки в обнаружении увеличивает ущерб на 7–8% [2]. Спутниковая съемка дает решение этой проблемы. Один снимок покрывает сотни квадратных километров. Но вручную такие снимки не обработать, требуется применение нейросетевых детекторов. YOLO и RT-DETR уже давно показывают хорошие результаты на обычных фото, но на спутниковых снимках есть своя специфика. Пожары на них выглядят как очень маленькие пятна (часто меньше 1% площади кадра), и стандартные модели их просто пропускают. Цель работы заключается в поиске и разработке модели глубокого обучения, способной эффективно обнаруживать пожары на местности на спутниковых снимках.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Для достижения цели необходимо последовательно решить несколько задач. На первом этапе изучаются существующие нейросетевые архитектуры, применяемые для обнаружения объектов на дальних расстояниях. Затем проводится обзор доступных открытых источников спутниковых данных и выбор подходящего. Далее выполняется анализ и предобработка выбранного датасета. После этого необходимо построить и обучить несколько моделей для последующего сравнительного анализа. Оценка полученных моделей производится по метрикам точности. Итоговым этапом является выбор модели с лучшими результатами для дальнейшего использования.

После обзора доступных открытых источников спутниковых данных был выбран датасет Wildfire Satellite с платформы Roboflow Universe. В датасете представлены лесные массивы, степи, присутствуют дым и облачность. Разметка выполнена для класса «fire». Всего в датасете 9982 изображения в формате JPEG. Из них 7525 отведены на обучение, 1549 — на валидацию, 908 — на тестирование. Разрешение снимков варьируется от 416×416 до 1200×1200 пикселей. Для унификации все изображения приведены к размеру 640×640 пикселей с сохранением

пропорций. Аннотации хранятся в формате YOLO и представляют собой текстовые файлы с нормализованными координатами ограничивающих рамок.

Для того, чтобы искусственно расширить обучающую выборку с помощью генерации модифицированных копий исходных изображений была применена аугментация данных. Это позволило повысить обобщающую способность моделей и их устойчивость к разнообразию условий спутниковой съёмки. Первый способ — геометрические аугментации, например, поворот изображения на угол до 15 градусов, который позволяет имитировать различные ориентации сцены относительно спутника. Второй способ — фотометрические аугментации, например, изменение яркости, контраста, насыщенности и цветового тона воспроизводит вариации освещения, времени суток и атмосферных условий. Далее к изображениям были применены три типа шумов: гауссовский, импульсный и «соль и перец» для того, чтобы модель привыкла к искажениям, которые возникают при спутниковой съёмке.

Для задачи распознавания пожаров на местности были применены три нейросетевых детектора: YOLOv8n, YOLOv8m и RT-DETR-L [3, 4].

Первая модель YOLOv8n является самой лёгкой версией от Ultralytics. YOLOv8n подходит для быстрого инференса на ограниченных вычислительных ресурсах. Архитектура состоит из backbone на блоках C2f, neck типа FPN+PAN и anchor-free головы. Модель загружала через библиотеку Ultralytics YOLO. Обучение проводилось с 5-фолдовой кросс-валидацией на 7525 изображениях. Были использованы оптимизатор AdamW, начальная скорость обучения 0,01, размер батча 16, количество эпох 30.

Архитектура второй модели YOLOv8m почти такая же, как у YOLOv8n, но глубже и шире. YOLOv8m содержит больше блоков C2f и расширенные каналы. Модель обучалась в тех же условиях, что и YOLOv8n.

Третья модель RT-DETR-L является детектором на трансформерах. RT-DETR-L не использует якоря, учитывает глобальный

контекст сцены. Из-за высокой вычислительной сложности размер батча был уменьшен до 8.

Далее пробуем повысить чувствительность к мелким объектам, добавив в архитектуру YOLOv8m три модуля внимания CBAM [5]. CBAM состоит из двух последовательных компонентов: канального внимания (выделяет важные каналы) и пространственного внимания (показывает, на каких участках фокусироваться). Блоки встроили после блоков C2f на уровнях 80×80, 40×40 и после SPPF.

Для получения надёжных результатов была применена 5-фолдовая кросс-валидация. Обучающая выборка из 7525 изображений была случайно разбита на пять равных частей. Каждая часть по очереди становилась валидационной, остальные четыре были обучающими. Итоговые метрики усредняли по пяти фолдам. Тестовая выборка из 908 снимков использовалась только для финальной оценки. Кросс-валидация позволила оценить качество на всех данных, снизила влияние случайного разбиения и помогла заметить переобучение.

Качество детекции было оценено по стандартным метрикам [6]. Для каждой модели были вычислены точность (precision), полнота (recall), F-мера. Далее была использована средняя точность mAP@0.5 (при IoU=0,5) и mAP@0.5:0.95 (усреднение по порогам IoU от 0,5 до 0,95). Результаты обучения всех моделей сведены в таблицу 1.

**Таблица 1. Сравнение детекторов
на тестовой выборке**

Модель	mAP@0.5	mAP@0.5:0.95	Precision	Recall	F1
YOLOv8n	0,753	0,581	0,812	0,698	0,751
YOLOv8m	0,785	0,614	0,834	0,726	0,776
RT-DETR-L	0,801	0,632	0,851	0,741	0,792
YOLOv8m+CBAM	0,823	0,656	0,869	0,758	0,810

Исходя из результатов в таблице 1 наилучшие результаты показала модифицированная модель YOLOv8m+CBAM. Эксперименты подтвердили, что улучшение качества обусловлено именно добавлением CBAM. Проверка устойчивости к шумам продемонстрировала, что модифицированная модель лучше сохраняет точность при ухудшении качества изображения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе экспериментов были выявлены два ограничения. В некоторых случаях модель ошибочно классифицирует плотные кучевые облака как пожары. Второе ограничение заключается в том, что при сильном задымлении точность детекции падает на 10–12%.

Дальнейшая работа в рамках исследования будет направлена на то, чтобы улучшить результаты работы моделей. Например, за счет добавления мультиспектральных каналов для более надёжного различения пожаров и облаков. Также перспективным является поиск оптимального количества и расположения CBAM-блоков [5], возможно, добавление механизмов внимания и в писк-часть сети.

Выражаю благодарность своему научному руководителю Емельянову Виталию Александровичу за помощь и ценные рекомендации в проведении исследования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Годовой доклад МЧС России «О состоянии защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в 2024 г.» — М., 2025.
2. CTIF. Impact of Early Fire Detection on Life Safety and Property Protection. Technical Report, 2022.
3. Jocher, G., Chaurasia, A., Qiu, J. Ultralytics YOLOv8. 2023. URL: <https://github.com/ultralytics/ultralytics/> (дата обращения: 20.02.2026)
4. Zhao, Y. et al. DETRs Beat YOLOs on Real-time Object Detection. CVPR 2024.

5. Woo, S., Park, J., Lee, J.Y., Kweon, I.S. CBAM: Convolutional Block Attention Module. ECCV 2018.
6. Padilla, R., Netto, S.L., da Silva, E.A.B. A Survey on Performance Metrics for Object-Detection Algorithms. 2020.
7. Булаев М.И., Панищев В. С., Решетникова В. П., Труфанов М. И. Моделирование нейросети для подавления шумов на изображении // Известия Юго-Западного государственного университета. — 2015. — № 6(63). — С. 58–62.

3.12 ПОГОДА ПОД КОНТРОЛЕМ ИИ: РАЗРАБОТКА АВТОРЕГРЕССИОННОГО ПАЙПЛАЙНА НА ОСНОВЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

Федюхин Михаил Сергеевич,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 242043@edu.fa.ru

Никитин Олег Олегович,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 241965@edu.fa.ru

Научный руководитель:
Чернышенко Всеволод Сергеевич,
Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, VSChernyshenko@fa.ru

В работе представлена разработка автоматизированного программного комплекса для прогнозирования погоды с использованием фундаментальных моделей глубокого обучения. Рассматриваются вопросы загрузки и предобработки данных ECMWF HRES, включая поверхностные и атмосферные переменные на тринадцати уровнях давления. Описывается архитектура системы, состоящая из модулей загрузки данных, подготовки входных данных в формате тензоров, реализации многошагового прогнозирования с контролем качества на каждом шаге, а также сохранения результатов в формате NetCDF

с возможностью обрезки до произвольного географического региона. Особое внимание уделяется вопросам автоматизации процесса, обеспечению стабильности вычислений и возможности возобновления после прерываний. Предложенное решение позволяет сократить время получения прогнозов по сравнению с традиционными численными методами и обеспечивает высокую точность за счет использования современных архитектур глубокого обучения.

Ключевые слова: фундаментальные модели, прогнозирование погоды, глубокое обучение, ECMWF HRES, машинное обучение, обработка больших данных, NetCDF, авторегрессионное прогнозирование, регриддинг, нормализация данных.

ВВЕДЕНИЕ

Прогнозирование погоды на протяжении десятилетий остаётся одной из наиболее сложных и ресурсоёмких задач вычислительной гидродинамики. Традиционные методы, основанные на решении систем дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих движение атмосферы, требуют использования мощных суперкомпьютерных кластеров и значительного времени на проведение расчётов. При этом точность таких прогнозов ограничена не только вычислительными возможностями, но и полнотой описания физических процессов, происходящих в атмосфере.

В последние годы стремительное развитие методов глубокого обучения открыло новые горизонты в области прогнозирования сложных природных процессов. Фундаментальные модели, обученные на огромных массивах исторических данных, способны выявлять скрытые закономерности и взаимосвязи, недоступные для классических подходов. Такие модели демонстрируют способность к обобщению и могут эффективно работать с разнородными входными данными различного разрешения и размерности.

Особый интерес представляет применение фундаментальных моделей для задач гидрометеорологического прогнозирования.

Возможность обработки многомерных пространственно-временных полей, учёт взаимосвязей между различными метеорологическими переменными на разных уровнях атмосферы, а также способность к долгосрочному прогнозированию делают такие модели перспективным инструментом для решения прикладных задач в области сельского хозяйства, транспорта, энергетики и строительства.

Целью настоящей работы является разработка комплексного автоматизированного пайплайна, обеспечивающего полный цикл прогнозирования погоды: от загрузки исходных данных до получения готовых прогностических продуктов, пригодных для дальнейшего анализа и использования в практической деятельности. В рамках исследования решаются задачи автоматизации процесса загрузки и предобработки больших объёмов метеорологических данных, разработки эффективных методов подготовки входных данных для моделей глубокого обучения, реализации механизма многошагового прогнозирования с контролем качества и обеспечения сохранности результатов вычислений.

ИССЛЕДОВАНИЕ

1. Источники данных и их структура

В качестве исходных данных используются оперативные анализы ECMWF HRES, представляющие собой результаты численного моделирования атмосферы с высоким пространственным разрешением. Данный набор данных является общепризнанным эталоном в области метеорологических исследований и широко используется как для научных, так и для прикладных задач.

Структура данных включает два основных типа переменных. Поверхностные переменные характеризуют состояние атмосферы у земной поверхности: температура воздуха на высоте двух метров, горизонтальные компоненты скорости ветра на высоте десяти метров, а также атмосферное давление, приведённое к уровню моря. Эти переменные имеют фундаментальное значение для оценки погодных условий, влияющих на

жизнедеятельность человека и функционирование различных отраслей экономики.

Атмосферные переменные описывают вертикальную структуру атмосферы и включают геопотенциал, температуру, горизонтальные компоненты скорости ветра и удельную влажность. Для каждой из этих переменных доступны данные на тринадцати фиксированных уровнях давления: от приземного уровня 1000 гПа до верхних слоёв атмосферы на уровне 50 гПа. Такое вертикальное разрешение позволяет модели улавливать важные атмосферные процессы, включая формирование циклонов, перемещение воздушных масс и развитие конвективных явлений.

Исходное пространственное разрешение данных составляет 0.07 градуса по широте и долготе, что соответствует размеру сетки 2560×5120 точек. Такое высокое разрешение обеспечивает детальное описание пространственной структуры метеополей, но одновременно создаёт вызовы для их обработки и хранения. Объём данных для одного временного среза может достигать нескольких гигабайт, что требует применения эффективных алгоритмов работы с памятью и дисковым пространством.

Помимо динамических переменных, в работе используются статические характеристики подстилающей поверхности: орография, маска суша-море и тип почвы. Эти переменные не изменяются во времени и играют важную роль в формировании локальных метеорологических условий, влияя на температурный режим, ветровой поток и влагообмен.

2. Архитектура программного комплекса

Разработанный программный комплекс построен по модульному принципу, что обеспечивает гибкость, масштабируемость и возможность модификации отдельных компонентов. В состав комплекса входят три основных класса, каждый из которых отвечает за определённый этап обработки данных.

Модуль загрузки данных реализован в классе Smart ECMWFDownloader и обеспечивает автоматическое получение файлов с сервера RDA UCAR. Особенностью реализации является использование многопоточности для параллельной

загрузки нескольких файлов одновременно, что позволяет существенно сократить общее время ожидания. Для повышения надёжности предусмотрен механизм повторных попыток при возникновении сетевых ошибок: при неудачной загрузке система выполняет до пяти попыток с экспоненциально возрастающей задержкой. Кэширование уже загруженных файлов исключает повторную загрузку при повторных запусках системы, что особенно важно при длительных вычислительных экспериментах.

Модуль обрезки данных, реализованный в классе `InputAssembler`, предназначен для выделения из глобального массива данных области, представляющей интерес для конкретного исследования. Входными данными для модуля служит GeoJSON файл, содержащий координаты полигона, описывающего границы интересующей территории. К исходным границам добавляется отступ в один градус, что позволяет избежать краевых эффектов при последующей интерполяции и анализе. Целевая сетка формируется с шагом 0.1 градуса, что соответствует принятому в работе пространственному разрешению.

Центральный модуль системы, реализованный в классе `ForecastModel`, объединяет функциональность загрузки предобученной модели глубокого обучения, подготовки входных данных и выполнения прогнозных расчётов. При инициализации модуль загружает архитектуру модели и её весовые коэффициенты, переводит модель в режим оценки и размещает на вычислительном устройстве. Статические переменные, необходимые для работы модели, загружаются из подготовленного файла и в дальнейшем используются на всех этапах прогнозирования.

3. Подготовка входных данных

Процесс подготовки данных является критически важным этапом, определяющим качество последующих прогнозов. Неправильная подготовка может привести к численной неустойчивости, потере значимой информации или некорректной работе модели.

На первом этапе для времени T-6 (00 UTC) и T (06 UTC) загружаются соответствующие наборы файлов. Выбор двух последовательных временных срезов обусловлен архитектурой используемой модели, которая принимает на вход два временных слоя и предсказывает следующий. Это позволяет модели улавливать тенденции изменения метеорологических полей во времени.

Из каждого загруженного файла извлекаются значения переменных. Для атмосферных переменных выполняется специальная процедура выбора уровней давления. Поскольку исходные данные содержат уровни, не всегда точно совпадающие с требуемыми, используется поиск ближайших значений. Для каждого из тринадцати целевых уровней определяется индекс ближайшего доступного уровня в исходном файле, после чего производится выборка данных по найденным индексам. Такой подход обеспечивает максимальную полноту использования доступной информации.

Сформированные данные преобразуются в многомерные тензоры, структура которых соответствует ожиданиям модели. Поверхностные переменные упаковываются в тензор размерности, включающей размеры пакета, временной истории, пространственных координат. Атмосферные переменные дополнительно включают размерность уровней давления. Такое представление позволяет модели эффективно обрабатывать данные на всех этапах.

Следующим этапом является регриддинг — процедура приведения данных к единому пространственному разрешению. Исходное разрешение 0.07 градуса заменяется на целевое разрешение 0.1 градуса с использованием билинейной интерполяции. Это не только унифицирует пространственную сетку, но и позволяет согласовать данные со статическими переменными, которые представлены именно в этом разрешении. После регриддинга размерность пространственной сетки составляет 1800×3600 точек.

К подготовленным динамическим данным добавляются статические переменные, описывающие характеристики под-

стилающей поверхности. Эти данные не меняются во времени и используются моделью для учёта географических особенностей региона.

Важнейшим этапом подготовки является нормализация данных. Используемая модель глубокого обучения обучалась на данных, приведённых к нулевому среднему и единичному стандартному отклонению. Подача на вход модели ненормализованных данных может привести к нестабильности вычислений и получению нефизических результатов. Поэтому перед подачей в модель все динамические переменные проходят процедуру нормализации с использованием статистик, вычисленных на обучающей выборке.

Заключительным этапом подготовки является обрезка данных по широте, обеспечивающая согласование размерности пространственной сетки с архитектурными особенностями модели. Размер сетки должен быть кратен размеру патча, используемому в модели. Поскольку 1800 уже кратно требуемому значению, дополнительная обрезка не требуется, и сетка сохраняет размерность 1800×3600 точек.

4. Механизм прогнозирования

Прогнозирование выполняется по авторегрессионной схеме, что означает последовательное получение прогнозов на всё более удалённые моменты времени с использованием ранее полученных результатов. На каждом шаге на вход модели подаются два временных слоя, соответствующие текущему состоянию атмосферы и состоянию на шесть часов ранее. Выходом модели является прогноз на следующие шесть часов.

Для получения прогноза на заданное количество дней выполняется соответствующее число шагов: каждый день прогноза требует четырёх шагов, так как шаг по времени составляет шесть часов. Таким образом, для пятидневного прогноза выполняется двадцать последовательных шагов.

После получения прогноза на очередной шаг производится обновление истории, необходимой для следующего шага. Самый старый временной слой из двух, хранящихся в памяти,

удаляется, а полученный прогноз добавляется как новый младший слой. Такая схема позволяет модели сохранять временной контекст на протяжении всего периода прогнозирования.

На каждом шаге выполняется мониторинг качества получаемых результатов. Для всех прогнозируемых переменных вычисляются статистические характеристики: средние значения до и после шага, абсолютные и относительные изменения. В случае, если изменение какой-либо переменной превышает установленный порог, система выводит предупреждение с детальным анализом диапазонов значений. Это позволяет оперативно выявлять возможные проявления численной нестабильности и принимать меры по коррективке вычислений.

5. Сохранение результатов

Каждый шаг прогноза сохраняется в отдельный файл в формате NetCDF, который является стандартом для хранения многомерных геофизических данных. Выбор этого формата обусловлен его широкой распространённостью в метеорологическом сообществе, поддержкой сжатия данных и возможностью работы с большими объёмами информации.

Структура сохраняемых файлов включает координатные переменные (широта, долгота, уровни давления), значения всех прогнозируемых переменных для соответствующего шага, а также служебные атрибуты, содержащие информацию о номере шага и соответствующем ему прогностическом времени. Использование компрессии позволяет существенно сократить занимаемое дисковое пространство без потери точности данных.

Для удобства последующего анализа и использования результатов предусмотрена процедура объединения отдельных шагов в единый файл, содержащий полный временной ряд прогноза. При объединении используется механизм безразмерного измерения времени, что позволяет последовательно добавлять новые шаги без необходимости перезаписи всего файла. Каждый новый шаг дописывается в конец файла через прямой доступ к структурам NetCDF, что исключает загрузку в память уже сохранённых данных.

Завершающим этапом обработки является обрезка глобального прогноза до заданного географического региона. Для каждого шага применяется процедура пространственной выборки по координатам, соответствующим границам региона. Полученные региональные срезы объединяются в единый файл, содержащий полный временной ряд прогноза для выбранной территории. Это позволяет получать компактные результаты, ориентированные на конкретные прикладные задачи.

6. Обеспечение устойчивости вычислений

Выполнение длительных прогнозов сопряжено с риском возникновения сбоев различного происхождения: аппаратных, сетевых или программных. Для минимизации потерь времени и ресурсов в системе реализован механизм автоматического возобновления вычислений.

При каждом запуске система проверяет наличие ранее сохранённых результатов для заданной даты. Если в директории результатов обнаружены файлы отдельных шагов, система определяет количество уже выполненных шагов. В случае, если все запланированные шаги уже завершены, прогноз не запускается заново, а выполняются только финальные процедуры объединения и обрезки. Если же выполнена только часть шагов, система продолжает вычисления с того момента, на котором они были прерваны.

Такой подход не только экономит вычислительные ресурсы, но и обеспечивает возможность получения результатов даже при возникновении непредвиденных сбоев. Пользователь может быть уверен, что прогресс вычислений не будет потерян, а система сможет корректно завершить работу при любых обстоятельствах.

Детальное логирование всех этапов работы системы позволяет отслеживать ход выполнения, своевременно выявлять возможные проблемы и анализировать причины сбоев. Логи содержат информацию о загружаемых файлах, времени выполнения операций, значениях контролируемых параметров на каждом шаге прогноза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения работы разработан автоматизированный программный комплекс, обеспечивающий полный цикл прогнозирования погоды с использованием фундаментальных моделей глубокого обучения. В процессе исследования достигнуты следующие результаты.

Реализован модуль загрузки данных, обеспечивающий автоматическое получение файлов ECMWF HRES с сервера RDA UCAR. Благодаря использованию многопоточности и кэширования достигнуто существенное сокращение времени загрузки, а механизм повторных попыток гарантирует надёжность даже при нестабильном сетевом соединении.

Разработан механизм подготовки входных данных, включающий извлечение значений переменных из файлов, выборку уровней давления, регридинг до единого пространственного разрешения, добавление статических характеристик подстилающей поверхности и нормализацию данных. Каждый из этих этапов критически важен для корректной работы модели и обеспечения высокого качества прогнозов.

Реализован авторегрессионный алгоритм многошагового прогнозирования, позволяющий получать прогнозы на любой заданный период. Встроенная система мониторинга качества на каждом шаге обеспечивает своевременное выявление возможных аномалий и нестабильностей.

Обеспечено сохранение результатов в формате NetCDF с поддержкой компрессии, что гарантирует совместимость с широким спектром инструментов для анализа геофизических данных. Реализована процедура объединения отдельных шагов в единый файл, а также возможность обрезки глобального прогноза до произвольного географического региона, задаваемого GeoJSON файлом.

Разработан механизм возобновления вычислений после прерываний, позволяющий продолжить работу с того места, где она была остановлена, без потери уже выполненных расчётов.

Созданная система может быть использована для оперативных прогнозов погоды в различных регионах, а также для проведения научных исследований в области гидрометеорологии. Модульная архитектура позволяет легко адаптировать систему под другие источники данных и альтернативные архитектуры моделей глубокого обучения, открывая возможности для дальнейшего развития и совершенствования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. UCAR. Research Data Archive: Dataset ds113.1 — ECMWF Operational 6-hourly atmospheric isobaric analysis [Электронный ресурс]. URL: <https://rda.ucar.edu/datasets/ds113.1/> (дата обращения: 26.03.2026)
2. ECMWF. IFS Documentation [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ecmwf.int/en/publications/ifs-documentation> (дата обращения: 26.03.2026)
3. Xarray Contributors. Xarray: N-D labeled arrays and datasets in Python [Электронный ресурс]. URL: <https://xarray.pydata.org/> (дата обращения: 26.03.2026)
4. PyTorch Contributors. PyTorch Documentation [Электронный ресурс]. URL: <https://pytorch.org/docs/> (дата обращения: 26.03.2026)

3.13 МАСШТАБИРОВАНИЕ ДАННЫХ В СОСТАВЕ ПРЕДОБРАБОТКИ ПРИЗНАКОВОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИ ОБУЧЕНИИ МОДЕЛИ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ДЕПОНИРОВАННОГО УГЛЕРОДА

Четыркина Мария Артёмовна,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 224976@edu.fa.ru
Белов Константин Дмитриевич,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия 222867@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Чернышенко Всеволод Сергеевич,

Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, VSChernyshenko@fa.ru

В условиях роста интереса к задачам экологического мониторинга и оценке запасов углерода особую значимость приобретает качество предобработки данных, используемых при обучении моделей машинного обучения. Одним из ключевых этапов такой предобработки является масштабирование признаков, поскольку исходные данные о депонированном углероде, как правило, содержат параметры с различными диапазонами значений, единицами измерения и степенью вариативности. Целью исследования является анализ влияния методов масштабирования данных на качество признакового пространства и эффективность модели, предназначенной для детектирования депонированного углерода. В работе рассмотрены основные подходы к масштабированию признаков и их влияние на устойчивость обучения, сходимость алгоритмов и интерпретируемость результатов. По итогам исследования установлено, что корректное масштабирование способствует снижению влияния признаков-доминант, повышает стабильность модели и улучшает точность выявления участков с признаками накопления углерода. Полученные результаты подтверждают важность выбора метода масштабирования как значимого этапа построения надежной модели.

Ключевые слова: масштабирование данных, предобработка признаков, машинное обучение, депонированный углерод, признаковое пространство, экологический мониторинг, детектирование углерода

ВВЕДЕНИЕ

Изменение пространственного разрешения спутниковых данных является одной из базовых операций при подготовке многослойных наборов данных к совместному анализу. На

практике исследователь почти всегда работает с несколькими продуктами дистанционного зондирования, имеющими разный шаг сетки, неодинаковую геометрию пикселя и различную чувствительность к шуму, облакам и пропускам. Поэтому данные необходимо привести к общему разрешению без существенной потери пространственной структуры. Для задач, связанных с оценкой депонированного углерода, этот этап особенно важен, поскольку итоговые карты и производные признаки чувствительны как к локальным градиентам, так и к положению границ неоднородных участков.

ИССЛЕДОВАНИЕ

В представленной работе рассматривается подход к масштабированию спутниковых данных, основанный на взвешенной комбинации двух интерполяционных методов: экспоненциального кригинга и окна Ланцоша. Такая схема позволяет совместить преимущества обоих подходов. Кригинг учитывает пространственную автокорреляцию и лучше восстанавливает гладкие, физически осмысленные поверхности, тогда как окно Ланцоша сохраняет локальные детали, контраст и форму объектов при перепривязке к новой сетке. Их совместное использование уменьшает размывание полезного сигнала и помогает избежать избыточной резкости, способной привести к появлению артефактов.

Отдельной проблемой при изменении разрешения являются пропуски в исходных данных. Они могут возникать из-за облачности, ошибок сенсора, особенностей маскирования или неполного покрытия сцены. Прямое применение интерполяции к массиву с пропусками нередко приводит к распространению неопределенности на соседние пиксели. В данной работе сначала выполняется временное заполнение пропусков средним значением слоя, после чего производится масштабирование. На заключительном этапе на результат повторно накладывается исходная маска пропусков, чтобы в финальном наборе сохра-

нить информацию о тех участках, где достоверные наблюдения отсутствовали изначально.

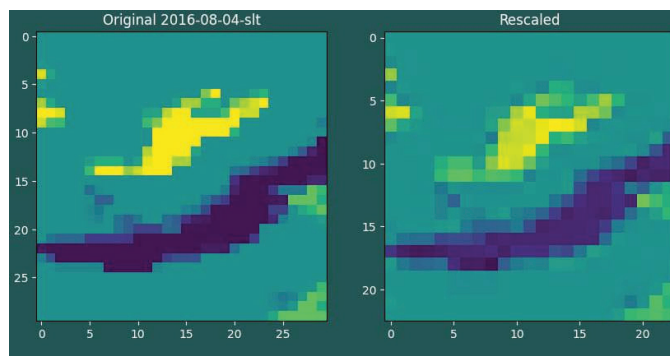


Рис. 1. Сопоставление исходного и масштабированного непрерывного спутникового слоя

На первом этапе были сопоставлены исходные и масштабированные изображения непрерывных спутниковых слоев. Как показано на рисунке 1, после изменения разрешения сохраняется общая пространственная конфигурация объектов: зоны повышенных и пониженных значений не смещаются, их форма остается интерпретируемой, а локальные переходы между участками не исчезают. При этом результат выглядит согласованным с новой сеткой, что подтверждает работоспособность выбранной комбинации экспоненциального кригинга и окна Ланцоша для непрерывных данных. Это важно в случаях, когда дальнейшие расчеты зависят не только от среднего уровня сигнала, но и от распределения контрастных границ внутри сцены.

Особое внимание было уделено обработке бинарных и квази-бинарных масок, например, облаков, теней и перистых облаков. Для таких данных некорректно использовать те же настройки, что и для непрерывных каналов, без дополнительного контроля итоговых значений. На рисунке 2 показан пример корректного изменения разрешения масок, при котором после пересчета сохраняется исходная логика классов: значения остаются дискрет-

ными, а пространственная структура маски остается визуально сопоставимой с оригиналом. Это означает, что после преобразования данные по-прежнему можно использовать как логические слои для отбраковки пикселей или фильтрации сцены.

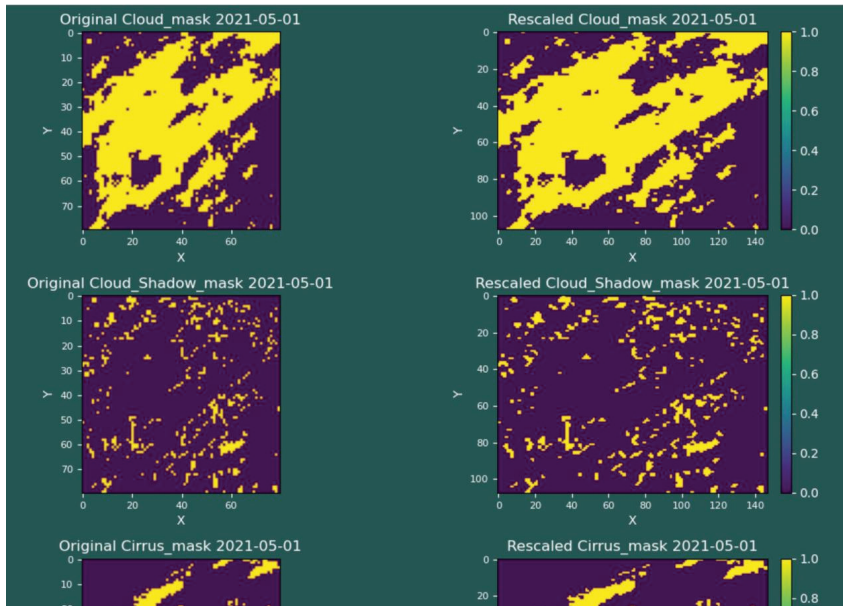


Рис. 2. Пример корректного масштабирования масок облачности и связанных с ней артефактов с сохранением дискретных значений

Сравнение с альтернативным вариантом, представленным на рисунке 3, показывает типичную проблему неаккуратного масштабирования масок. После пересчета появляются промежуточные значения, которых в исходной бинарной маске не было. Визуально это проявляется в виде размытых участков и появлении новых оттенков между нулем и единицей. С точки зрения последующей обработки такой результат является нежелательным, поскольку маска перестает быть строгим индикатором наличия или отсутствия облака, тени либо другого

мешающего фактора. Следовательно, для масочных продуктов необходим отдельный режим обработки с обязательным сохранением дискретной природы классов и контролем диапазона значений на выходе.

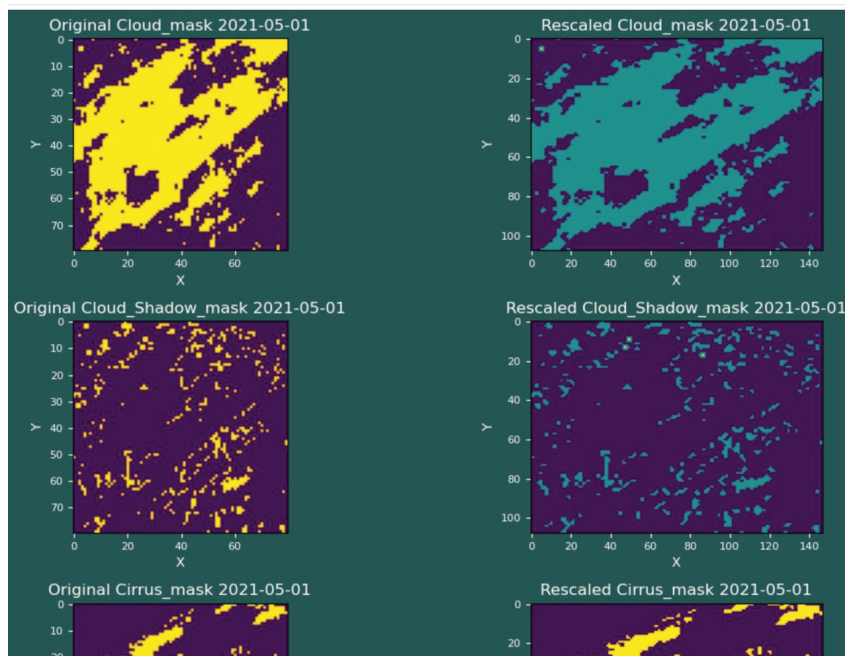


Рис. 3. Пример искажения бинарных масок при некорректном масштабировании: появление промежуточных значений и размытых границ

Практический смысл предложенного подхода заключается в том, что он позволяет согласованно масштабировать разные типы спутниковых слоев в рамках единого конвейера предобработки. Для непрерывных полей комбинированная интерполяция обеспечивает более мягкое и физически правдоподобное преобразование. Для слоев с пропусками используется последовательность из временного заполнения, интерполяции и повторного наложения исходной маски. Для бинарных масок

дополнительно требуется контроль дискретности результата, чтобы избежать появления ложных промежуточных состояний. В совокупности это повышает качество набора данных, который затем может применяться для расчета индексов, пространственных признаков и моделей, связанных с анализом депонированного углерода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное рассмотрение показывает, что изменение разрешения спутниковых данных нельзя сводить к чисто технической операции ресэмплинга. От выбора метода масштабирования напрямую зависит то, насколько корректно будут сохранены пространственные закономерности, границы объектов и информация о пропусках. Использование взвешенной комбинации экспоненциального кригинга и окна Ланцоша позволяет объединить преимущества статистически устойчивого восстановления поверхности и сохранения локальных деталей. Подход с предварительным заполнением пропусков средним и последующим возвратом исходной маски делает процедуру устойчивой к отсутствующим значениям и не искажает логическую структуру данных. Анализ визуальных примеров также показывает, что бинарные маски требуют отдельного контроля после масштабирования. Следовательно, предложенная схема может рассматриваться как обоснованный этап предобработки спутниковых данных при построении наборов признаков и картографических продуктов для задач оценки и детектирования депонированного углерода.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Книжников Ю. Ф., Кравцова В. И., Тутубалина О. В. Аэрокосмические методы географических исследований: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Издательский центр «Академия», 2011. 416 с.
2. Геоинформатика: учебник для студ. высш. учеб. заведений

- / Е. Г. Капралов, А. В. Кошкарев, В. С. Тикунов [и др.]; под ред. В. С. Тикунова. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Издательский центр «Академия», 2010. 400 с.
3. Новаковский Б. А., Пермяков Р. В. Комплексное геоинформационно-фотограмметрическое моделирование рельефа: учебное пособие. Москва: Изд-во МИИГАиК, 2019. 175 с.
 4. Цветков В. Я. Геоestatистика // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2007. № 3. С. 174–184.
 5. Рапаков Г. Г., Лебедева Е. А., Горбунов В. А., Кузьминов А. Л., Абдалов К. А. Компьютерное моделирование и анализ методов сеточной интерполяции при обработке геоинформационных данных // Вестник Череповецкого государственного университета. 2018. № 2(83). С. 31–39. DOI: 10.23859/1994–0637–2018–1–83–4.
 6. Matheron G. Principles of Geostatistics // Economic Geology. 1963. Vol. 58, no. 8. P. 1246–1266.

3.14 МОСТ ОТ ШУМНОГО ПИКСЕЛЯ К ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЕ: ФИЛЬТРАЦИЯ СПЕКЛА SENTINEL-1 С УЧЁТОМ ФИЗИКИ РАССЕЯНИЯ И ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Кидысюк Александр Владимирович,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 233370@edu.fa.ru

Перчиков Максим Алексеевич,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 240978@edu.fa.ru

Гордиенко Дмитрий Алексеевич,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 253378@edu.fa.ru

Научный руководитель:
Чернышенко Всеволод Сергеевич,
Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при

Правительстве РФ, Москва, Россия, VSChernyshenko@fa.ru

Радиолокационные данные с синтезированной апертурой (SAR), в частности миссии Sentinel-1 (С-диапазон, 5.405 ГГц), обладают когерентной природой, обуславливающей наличие мультипликативного спекла. Сложная топография вызывает геометрические искажения, при которых склон, обращенный к радару, проецируется в меньшее количество пикселей. Использование необработанных данных уровня GRD приводит к переобучению классификаторов на рельеф местности. Цель работы — разработка алгоритмического конвейера предварительной обработки SAR для получения аналитически пригодных данных (ARD) с сохранением физики обратного рассеяния. Конвейер включает радиометрическую коррекцию рельефа (RTC) по математической объемной модели Ulander, нормализующую коэффициент обратного рассеяния на отношение реальной площади к проекционной. Доказано, что временной ряд SAR-отклика является дискретной нелинейной функцией с острыми экстремумами, отражающими скачкообразную смену доминирующих механизмов рассеяния. Применение пространственно-временной фильтрации осуществляется строго в линейной шкале интенсивности. Результаты подтверждают, что интеграция RTC с многовременной фильтрацией Quegan подавляет спекл, сохраняя пространственное разрешение и структурные изломы сигнала. Сохраненные экстремумы и анализ изломов тренда (Breakpoints) совместно с кросс-отношением VH/VV обеспечивают точную детекцию фенологических событий со снижением среднеквадратичной ошибки.

Ключевые слова: радиолокационное зондирование, Sentinel-1, радиометрическая коррекция рельефа, спекл-шум, временные ряды, фильтр Савитцкого-Голея, машинное обучение.

ВВЕДЕНИЕ

Анализ данных радаров с синтезированной апертурой (SAR), в частности миссии Sentinel-1, является важнейшим инструмен-

том для всепогодного мониторинга земной поверхности. В отличие от оптических систем, радарный сигнал обладает когерентной природой, что неизбежно приводит к возникновению интерференционного спекл-шума. Кроме того, при съемке в сложных топографических условиях возникают серьезные геометрические искажения: склоны, обращенные к радару, выглядят аномально яркими (эффект Foreshortening) из-за концентрации отраженной энергии на малой площади. Попытки использования сырых данных уровня GRD для классификации растительности часто приводят к переобучению моделей машинного обучения на топографические особенности рельефа. В связи с этим, первостепенной задачей становится разработка корректного конвейера предварительной обработки для получения аналитически пригодного формата данных (Analysis Ready Data).

ИССЛЕДОВАНИЕ

В рамках данного исследования обоснован и протестирован алгоритмический конвейер обработки данных SAR, состоящий из двух последовательных этапов: пространственной радиометрической коррекции и фильтрации во временной области.

На первом этапе применяется радиометрическая коррекция рельефа (Radiometric Terrain Correction, RTC). В основе лежит математическая модель Ulander, опирающаяся на объемное рассеяние. Суть метода заключается в нормализации коэффициента обратного рассеяния на отношение реальной площади рассеивания к проекционной. Расчет корректирующего фактора производится с использованием цифровой модели рельефа (DEM) и локального угла падения луча. Это позволяет полностью устранить зависимость яркости пикселя от геометрии склона.

На втором этапе решается проблема подавления мультипликативного спекл-шума. Использование стандартных локальных пространственных фильтров (таких как Lee или Gamma MAP) на одиночных изображениях может приводить к размытию микротекстуры и границ объектов. Для задач мониторинга эффективнее использовать временную избыточность данных.

После проведения множества экспериментов, лучшими комбинациями были определены RTC с Temporal Median Filter или фильтром Савитцкого-Голея (Savgol).

Временная медианная фильтрация (Temporal Median) вычисляет медианное значение для каждого пикселя по стеку снимков, что позволяет надежно отсекаать случайные шумовые выбросы, сохраняя при этом резкие границы между классами подстилающей поверхности и не искажая общую радиометрию.

В качестве эквивалентного или дополняющего метода в пайплайне применяется фильтр Savgol. Анализ физики рассеяния показывает, что временной ряд SAR-отклика от растительности имеет форму искаженной синусоиды с острыми вершинами. Эти пики отражают реальную смену доминирующих механизмов рассеяния (например, переход к многократному рассеянию при распускании листвы). Фильтр Savgol, использующий метод локальной полиномиальной регрессии, идеально сглаживает такие ряды. В отличие от сильных гауссовых фильтров, которые «срезают» экстремумы и уничтожают информацию о датах фенологических событий, Savgol сохраняет структурные изломы сигнала, необходимые для точного определения начала и окончания вегетации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный пайплайн, включающий RTC с последующим применением Temporal Median Filter или фильтра Savgol, представляет собой оптимальное решение для подготовки временных рядов SAR. Радиометрическая коррекция устраняет геометрические искажения, делая данные сопоставимыми на любой местности. Временная фильтрация надежно изолирует полезный сигнал от спекл-шума, бережно сохраняя при этом нелинейную динамику и резкие пики радарного отклика. Предложенный конвейер обеспечивает высокую точность выделения фенологических признаков и может служить надежной основой для дальнейшей кластеризации и сегментации в системах машинного обучения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ulander L. M. H. Radiometric Slope Correction of Synthetic-Aperture Radar Images // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. 1996. Vol. 34. No. 5. P. 1115–1122. URL: HYPERLINK “<https://www.google.com/search?q=https://ieeexplore.ieee.org/document/536300>”<https://ieeexplore.ieee.org/document/536300> (дата обращения: 05.04.2026).
2. Small D. Flattening Gamma: Radiometric Terrain Correction for SAR Imagery // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. 2011. Vol. 49. No. 8. P. 3081–3093. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5752845> (дата обращения: 05.04.2026).
3. Savitzky A., Golay M. J. E. Smoothing and Differentiation of Data by Simplified Least Squares Procedures // Analytical Chemistry. 1964. Vol. 36. No. 8. P. 1627–1639. URL: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ac60214a047> (дата обращения: 05.04.2026).
4. Quegan S., Yu J. Filtering of multichannel SAR images // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. 2001. Vol. 39. No. 11. P. 2373–2379. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/964973> (дата обращения: 05.04.2026).
5. Sentinel-1 SAR GRD: C-band Synthetic Aperture Radar Ground Range Detected [Электронный ресурс] // Google Earth Engine Data Catalog. URL: https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/COPERNICUS_S1_GRD (дата обращения: 05.04.2026)

3.15 ЛОКАЛЬНАЯ СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЛЬЯ НА БАЗЕ ESP32

Басюл Владислав Игоревич,
Студент бакалавриата, МИРЭА — Российский технологический университет, Москва, Россия, basyul.v.i@edu.mirea.ru
Научный руководитель:
Казанцева Лариса Вячеславовна,
Старший преподаватель Кафедры вычислительной техни-

ки, МИРЭА — Российский технологический университет, Москва, Россия, kazantseva@mirea.ru

Ежегодно в жилом секторе России фиксируется свыше 350 тыс. пожаров, около 200 тыс. краж и более 120 тыс. затоплений, что подтверждает актуальность автоматизации контроля безопасности. В работе предложен программно-аппаратный комплекс на базе микроконтроллера ESP32 и набора датчиков (движения, дыма, газа, протечки воды, открытия дверей), использующий протоколы MQTT и HTTP для локального и удалённого оповещения. Цель — создание доступной, масштабируемой системы с открытой архитектурой, не зависящей от облачных сервисов. В результате разработана структурная схема, встроенное ПО, веб-интерфейс, проведено тестирование макета, подтвердившее время реакции менее 2 секунд и вероятность безотказной работы 0,95. Экономическая оценка показывает стоимость комплекта ниже 5 тыс. руб., что значительно дешевле коммерческих аналогов.

Ключевые слова: интернет вещей, системы безопасности, ESP32, MQTT, микроконтроллеры, умный дом, обработка сигналов.

ВВЕДЕНИЕ

Современное жилое помещение подвержено криминальным, пожароопасным, техногенным угрозам и неблагоприятным изменениям микроклимата. Традиционные автономные извещатели не обеспечивают удалённого мониторинга и оперативного оповещения. По данным МЧС и МВД, материальный ущерб от происшествий в жилье исчисляется десятками миллиардов рублей ежегодно. Развитие интернета вещей (IoT) позволяет создавать интеллектуальные системы контроля. Однако большинство коммерческих решений (Ajax Systems, Xiaomi Mi Home, Redmond) имеют закрытые протоколы, привязку к облачным серверам и высокую стоимость. В связи с этим разработка собственной открытой, недорогой и гибкой системы является актуальной задачей

ИССЛЕДОВАНИЕ

Анализ угроз и существующих аналогов. В работе выделены четыре группы угроз: криминальные (проникновение), пожароопасные (дым, газ), техногенные (протечки воды, скачки напряжения) и нарушения микроклимата (температура, влажность). Статистика за последний год показывает: ≈ 350 тыс. пожаров в жилье, ≈ 200 тыс. квартирных краж, ≈ 120 тыс. страховых случаев затопления. Проведён сравнительный анализ коммерческих систем (Ajax, Xiaomi, Redmond, «Стрелец-Интеграл») и открытых DIY-платформ (Home Assistant, ESPHome). Выявлено, что коммерческие решения обладают высокой надёжностью, но стоят от 15 до 30 тыс. руб. и зависят от облаков. DIY-решения требуют навыков программирования, но дают полный контроль и стоимость от 2 тыс. руб. Разрабатываемая система ориентирована на сочетание низкой цены (менее 5 тыс. руб.), локальной работы и открытой архитектуры.

Обоснование выбора аппаратной платформы. В качестве центрального контроллера выбран ESP32 (двухъядерный процессор Xtensa, встроенный Wi-Fi/Bluetooth, 520 КБ SRAM, низкое энергопотребление). Датчики: PIR-сенсор движения (HC-SR501), герконы для дверей/окон, MQ-2 (дым/газ), FC-37 (протечка воды), опционально DHT22 (температура/влажность). Исполнительные устройства: зуммер для звуковой сигнализации, реле для отключения воды/газа. Передача данных — по протоколу MQTT (лёгкий, с аутентификацией) и локальный веб-сервер на ESP32.

Архитектура и алгоритмы работы. Разработана структурная схема, включающая модуль сбора данных, блок принятия решений, модуль уведомлений и интерфейс пользователя. Алгоритм работы: опрос датчиков каждую секунду; фильтрация сигналов (медианный фильтр с окном из 5 отсчётов для исключения ложных срабатываний, а также программный антидребезг для герконов); сравнение с порогами; при превышении — активация сирены, отправка MQTT-сообщения брокеру (например, Mosquitto) и обновление веб-страницы. Время от формирова-

ния события до отправки уведомления не превышает 2 секунд. Предусмотрена возможность масштабирования до 8 датчиков разных типов за счёт использования очередей сообщений и не-блокирующего ввода-вывода. Для повышения надёжности в систему добавлен сторожевой таймер (watchdog), автоматически перезагружающий ESP32 при зависании, а также реализовано автоматическое переподключение к Wi-Fi и MQTT-брокеру при обрыве связи.

Программная реализация и тестирование. Встроенное ПО написано на C++ в среде Arduino IDE. Реализованы: подключение к Wi-Fi, MQTT-клиент, HTTP-сервер с веб-интерфейсом (отображение статусов датчиков, ручное управление реле, настройка порогов). Проведено функциональное тестирование макета в трёх сценариях: имитация движения (срабатывание за 0,5 с), задымление (реакция MQ-2 за 1 с), протечка воды (FC-37-0,3 с). Вероятность ложного срабатывания PIR-датчика составила 4% (в пределах требования 5%). Время автономной непрерывной работы без перезагрузки достигло 30 суток. Дополнительно проведено тестирование при отключении питания: при кратковременном пропадании сети (до 1 мин) система после восстановления питания успешно переподключается к Wi-Fi и возобновляет мониторинг без потери настроек. Экономическая оценка: себестоимость комплекта — 4 200 руб. (ESP32—800 руб., датчики — 2 500 руб., сирена и реле — 600 руб., блок питания — 300 руб.). Для сравнения, базовый комплект Ajax Systems стоит около 15 000 руб., а Xiaomi Mi Home с аналогичным набором датчиков — 7 000–8 000 руб., но с привязкой к облаку. Таким образом, разработанная система обеспечивает выигрыш по цене в 1,7–3,6 раза при полном контроле данных и локальной работе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения работы достигнута поставленная цель: разработан программно-аппаратный комплекс для контроля безопасности жилого помещения на базе ESP32 и откры-

тых протоколов. Система обеспечивает обнаружение основных типов угроз, локальную и удалённую сигнализацию через MQTT, веб-интерфейс для мониторинга. Тестирование подтвердило соответствие функциональным и нефункциональным требованиям (время реакции ≤ 2 с, вероятность безотказной работы 0,95, стоимость менее 5 тыс. руб.). Открытая архитектура позволяет пользователю самостоятельно добавлять датчики и модифицировать логику. Разработанная система может быть рекомендована для защиты квартир, частных домов, дачных построек как экономически доступная альтернатива коммерческим решениям. Дальнейшие направления развития включают интеграцию с Home Assistant, добавление шифрования TLS для MQTT, создание мобильного приложения на Flutter, а также внедрение резервного питания от аккумулятора с контролем заряда для обеспечения работы при отключении электроэнергии до 12 часов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (ред. от 30.12.2021). — М.: Собрание законодательства РФ, 1994.
2. Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». — М.: Собрание законодательства РФ, 2009.
3. ГОСТ Р 52435–2005. Технические средства охранной сигнализации. Классификация. Общие технические требования. — М.: Стандартинформ, 2005. — 12 с.
4. ГОСТ Р 50775–95. Системы тревожной сигнализации. Часть 1. Общие требования. — М.: Изд-во стандартов, 1995. — 16 с.
5. СанПиН 2.2.2/542–96. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. — М.: Госкомсанэпиднадзор, 1996. — 32 с.
6. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). 7-е изд. — М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. — 512 с.

7. Смирнов, Д. А. Архитектура систем умного дома на базе интернета вещей / Д. А. Смирнов // Цифровые технологии в строительстве: Материалы Всероссийской конференции. — Москва: МГСУ, 2023. — С. 112–118.
8. Петров, В. И. Методы обработки сигналов в системах охранно-пожарной сигнализации / В. И. Петров, К. Л. Сидоров // Информатика и системы управления. — 2024. — № 3. — С. 24–31.

3.16 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СТЕКА ДЛЯ МОДУЛЯ ГЕЙМИФИКАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ФИНАНСОВОЙ ГРАМОТНОСТИ

Абаджян Анастасия Александровна,
Студент магистратуры, Финансовый университет При-
роды России, Москва, Россия, 249540@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Бажанова Светлана Валерьевна,
Кандидат психологических наук, доцент Кафедры информа-
ционных технологий, Финансовый университет при Правитель-
стве РФ, Москва, Россия, svbazhanova@fa.ru

Рассматривается задача обоснованного выбора технологического стека для модуля геймификации образовательной платформы, ориентированной на формирование финансовой грамотности у детей младшего школьного возраста (7–10 лет). Актуальность обусловлена отсутствием технического решения, сочетающего специализированный игровой движок, современный клиентский фреймворк и соответствие российскому законодательству о персональных данных. Проведён сравнительный анализ архитектуры четырёх существующих платформ с элементами геймификации. Выявлены технические ограничения: отсутствие игровых движков в российских платформах, избыточный размер приложений на базе Unity, несоответствие зарубежных решений требованиям 152-ФЗ. Разработана система критериев выбо-

ра технологий с количественными метриками. Выполнен технико-экономический анализ восьми решений. Обоснован выбор стека React.js + Phaser.js + Node.js + PostgreSQL, обеспечивающего размер приложения 15 МБ, время загрузки 2,4 с, производительность 60 кадров/с и снижение стоимости разработки на 35%.

Ключевые слова: геймификация, образовательные платформы, финансовая грамотность, технологический стек, React.js, Phaser.js, веб-разработка.

ВВЕДЕНИЕ

Цифровизация образования открывает возможности для формирования финансовых компетенций у детей младшего школьного возраста (7–10 лет). Дети этого возраста сталкиваются с первыми финансовыми задачами: управление карманными деньгами, понимание ценности ресурсов, базовые навыки планирования. Традиционные методы обучения не всегда учитывают возрастные особенности данной группы — ограниченное внимание, потребность в игровых элементах и визуализации. ФГОС начального общего образования (приказ Минпросвещения России от 31.05.2021 № 286) устанавливает требования к формированию базовых финансовых компетенций [1]. Исследования подтверждают, что геймификация повышает вовлечённость на 75–90% по сравнению с традиционными методами [2, 3].

Существующие платформы финансового образования имеют технические ограничения: российские решения («Умнозия», «dni-fg.ru») не используют игровые движки, зарубежные (Zogo, Greenlight) не соответствуют требованиям 152-ФЗ. Отсутствует решение, сочетающее современный стек, низкие требования к ресурсам и соответствие российским стандартам. Цель исследования — обосновать выбор технологического стека для модуля геймификации на основе сравнительного и технико-экономического анализа. В исследовании применялись: декомпозиция платформ на компоненты, бенчмаркинг

производительности по количественным метрикам (размер приложения, время загрузки, частота кадров, пропускная способность API), технико-экономический анализ с оценкой стоимости лицензий, медианных заработных плат специалистов и размера экосистем.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Анализ существующих платформ. Для сравнительного анализа выбраны четыре платформы: «Умназия» (HTML5/JavaScript, без игрового движка, 30–45 кадров/с, ~10 МБ), «dni-fg.ru» (HTML5, Canvas API, 30 кадров/с, ~8 МБ), Zogo (React Native, проприетарный движок, 60 кадров/с, ~25 МБ), Greenlight (React Native + Unity WebGL, 60 кадров/с, ~80 МБ). Анализ показал, что российские платформы обеспечивают соответствие законодательству, однако имеют низкую производительность из-за отсутствия игровых движков. Зарубежные платформы достигают 60 кадров/с, но Greenlight демонстрирует избыточный размер (80 МБ), а обе хранят данные за пределами РФ в нарушение 152-ФЗ.

Критерии выбора технологий. На основе анализа разработанная система количественных критериев: размер приложения — менее 20 МБ; время загрузки — менее 3 с (порог внимания детей 7–10 лет [3]); производительность — 60 кадров/с на устройствах 2018 г.; пропускная способность API — более 1000 запросов/с; масштабируемость — более 100 одновременных WebSocket-соединений; минимизация стоимости через открытый исходный код и единый язык программирования.

Технико-экономический анализ. Проведён анализ восьми технологий по четырём категориям. Среди игровых движков Phaser.js (1,2 МБ, 60 кадров/с при 1000 спрайтов, лицензия MIT) превосходит Unity WebGL (минимум 52 МБ, требует 2+ ГБ ОЗУ) и PixiJS (450 КБ, но без систем физики). Среди клиентских фреймворков React.js (40% рынка разработчиков, 520 000+ пакетов npm) оптимален по соотношению экосистемы и доступности специалистов. Node.js обеспечивает 15 000 запросов/с — в 3–5

раз выше Django — при нативной поддержке WebSocket и едином языке с клиентской частью. PostgreSQL гарантирует ACID-транзакции и развёртывание на российских серверах.

Обоснование выбранного стека. Стек React.js + Phaser.js + Node.js + PostgreSQL обеспечивает размер приложения 15 МБ (в 5,7 раза меньше Unity-стека), время загрузки 2,4 с, производительность 60 кадров/с, пропускную способность API 15 000 запросов/с. Использование единого языка JavaScript/TypeScript снижает затраты на команду на 20–30%, а совокупная стоимость разработки ниже альтернатив на 35%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнительный анализ четырёх платформ выявил, что ни одна не сочетает специализированный игровой движок, современный фреймворк, приемлемый размер приложения, соответствие 152-ФЗ и открытый код. Российские платформы обеспечивают соответствие законодательству, но характеризуются низкой производительностью (30–45 кадров/с) из-за отсутствия игровых движков. Зарубежные решения на базе Unity демонстрируют избыточный размер приложений, создающий проблемы при загрузке в условиях ограниченной пропускной способности школьных сетей.

Разработана система из шести критериев с количественными метриками, позволяющая проводить обоснованный выбор технологий для образовательных геймификационных модулей. По результатам технико-экономического анализа обоснован стек React.js + Phaser.js + Node.js + PostgreSQL, обеспечивающий оптимальный баланс производительности и ресурсоэффективности. Практическая значимость состоит в формировании методологии выбора технологий, применимой образовательными организациями и разработчиками edtech-решений. Направления дальнейших исследований включают разработку функционального прототипа и оценку педагогической эффективности геймификационных механик в условиях пилотного внедрения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования: приказ Минпросвещения России от 31.05.2021 № 286. — Текст: электронный. — URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050028> (дата обращения: 10.04.2026).
2. Акчелов, Е. О. Новый подход к геймификации в образовании / Е. О. Акчелов, Е. В. Галанина // Векторы благополучия: экономика и социум. — 2019. — № 1 (32). — С. 117–132.
3. Карпеченко, А. С. Геймификация как инструмент стимулирования познавательной активности у детей младшего школьного возраста / А. С. Карпеченко, Е. В. Коновалова // International Journal of Experimental Education. — 2023. — № 1. — С. 10–15.
4. Бетеев, К. Ю. Концепция Virtual Dom в библиотеке React.js / К. Ю. Бетеев, Г. В. Муратова // Инженерный вестник Дона. — 2022. — № 3. — Текст: электронный. — URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2022/7519 (дата обращения: 07.04.2026).
5. Шадров, И. А. React в современной веб-разработке: ключевые задачи и решения / И. А. Шадров, Л. В. Гаев // Инновационная наука. — 2025. — № 5–2. — С. 88–90.
6. Phaser 3 Documentation / Photon Storm. — 2024. — Текст: электронный. — URL: <https://photonstorm.github.io/phaser3-docs/> (дата обращения: 07.04.2026).
7. Node.js Documentation / OpenJS Foundation. — 2024. — Текст: электронный. — URL: <https://nodejs.org/docs/> (дата обращения: 10.04.2026).
8. PostgreSQL Documentation / PostgreSQL Global Development Group. — 2024. — Текст: электронный. — URL: <https://www.postgresql.org/docs/> (дата обращения: 07.04.2026)

СЕКЦИЯ 4.

DEVOPS ИНЖЕНЕРИЯ, МОДЕЛИ И МЕТОДЫ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Работа секции 4 была организована Кафедрой информационных технологий Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета. Заведующий Кафедрой информационных технологий кандидат технических наук Алюнов А. Н.

4.1 О ПРИМЕНЕНИИ ПЛАТФОРМЫ GREENDATA ДЛЯ РЕШЕНИЯ БИЗНЕС-ЗАДАЧ БАНКОВСКОГО ИНСТИТУТА РАЗВИТИЯ

Перепелятник Елизавета Константиновна,
Студент магистратуры, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 241251@edu.fa.ru

Научный руководитель:
Косарев Владимир Евгеньевич,
Кандидат технических наук, доцент Кафедры информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, vkosarev@fa.ru

Представляется исследование вопроса автоматизации кредитного процесса в банковском институте развития. Речь идет о кредитовании институтами развития крупных инве-

стиционных и инфраструктурных проектов на основе принципов проектного финансирования. Возникает проблема прозрачности прохождения заявки для клиента: на каком этапе находится рассмотрение, какие экспертизы пройдены, какой статус присвоен. Автор показывает, что такой информационный поток возможно обрабатывать с использованием low-code платформ, позволяющих гибко настраивать бизнес-процессы и обеспечивать сквозное отслеживание статусов. По мнению автора, внедрение модуля автоматизации кредитования на low-code платформе GreenData не требует от банка существенных затрат на разработку, приводит к повышению эффективности работы специалистов и улучшению клиентского опыта за счет прозрачности процесса. Проект реализуется в интересах крупного российского банковского института развития.

Ключевые слова: информационные системы, low-code платформы, бизнес-процессы, проектное финансирование, автоматизация кредитования.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях современной цифровой экономики перед банками и банковскими институтами развития стоит задача по комплексной трансформации управления бизнес-процессами. Банки развития — это финансовые учреждения, созданные государством для долгосрочного финансирования стратегических, инфраструктурных и социально значимых проектов. В отличие от коммерческих банков, их деятельность направлена не на получение прибыли, а на решение макроэкономических задач: финансирование долгосрочных инвестиционных проектов, реализацию государственной экономической политики, поддержку несырьевого экспорта, развитие технологического суверенитета и региональных объектов инфраструктуры.

Деятельность таких институтов развития характеризуется длительными жизненными циклами проектов, сложной

структурой согласований, а также необходимостью интеграции с государственными информационными системами. Эти особенности определяют повышенные требования к информационным системам, которые должны обеспечивать не только надежность и безопасность, но и гибкость для быстрой адаптации под меняющиеся государственные программы и рыночные условия.

Стоит отметить, что в условиях политики импортозамещения особую актуальность приобретают отечественные low-code платформы. Они позволяют значительно ускорить разработку и внесение изменений в бизнес-приложения, а также управлять затратами и снизить стоимость владения продуктами. Однако существует проблема недостаточной прозрачности процесса для клиента: инициатор проекта не может отследить, на каком этапе находится его заявка, какие экспертизы уже пройдены и какие результаты получены. Решение этой проблемы является задачей данного исследования.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Первым этапом исследования стал анализ специфики кредитования в банковском институте развития. Была построена модель бизнес-процесса кредитования в нотации BPMN 2.0, отражающая последовательность действий от подачи заявки до выдачи финансирования. Модель включает несколько ключевых этапов: регистрация заявки и проверка документов, параллельные экспертизы подразделений, финансовый анализ, принятие решения на коллегиальном органе управления, заключение договора и открытие финансирования.

На основе модели были сформулированы функциональные требования (например, управление заявками, маршрутизация задач, поддержка экспертиз, интеграция с внешними системами) и нефункциональные требования (например, производительность, масштабируемость, надежность, безопасность, импортозамещение).

Далее архитектура будущего модуля была описана в нота-

ции С4, позволяющей представить систему на трех уровнях абстракции. Ключевым является уровень компонентов, детализирующий внутреннее устройство сервера приложений. Здесь выделены контроллеры для обработки запросов, сервисы бизнес-логики (управление заявками, документами, интеграциями), BPMN-движок для исполнения процесса, сервис экспертиз, сервис финансового анализа и центральный компонент — сервис отслеживания статуса. Именно этот компонент решает обозначенную выше проблему: он собирает информацию о текущем этапе процесса, формирует историю изменений статусов и обеспечивает уведомление клиента о продвижении заявки. Таким образом, клиент с помощью личного кабинета, куда он попадает после авторизации через учетную запись, может отслеживать свои заявки, карточки проектов с основными параметрами сделки, а также текущий статус по кредитной заявке, запрос дополнительной информации от кредитора, выявленные проблемы и т.п. Веб-интерфейс создан по принципу «единого окна» и интуитивно понятен для пользователя, так как все ключевые действия и разделы вынесены на главный экран.

Для выбора технологической основы реализации модуля был проведен сравнительный анализ ведущих российских low-code платформ: ELMA365, BPMSoft, Comindware и GreenData, — на основе ряда критериев (отраслевая экспертиза в банковской сфере, функциональность BPM, наличие инструментов разработки бизнес-логики, поддержка DevOps-практик, безопасность, масштабируемость и наличие платформы в реестре отечественного ПО).

Для дальнейшей реализации поставленной задачи в качестве оптимального решения была выбрана платформа GreenData. Во-первых, она обладает наибольшими компетенциями в банковской сфере среди конкурентов, что подтверждается клиентским портфелем: ВЭБ.РФ, Московская биржа, Банк ДОМ.РФ, ПСБ и другие. Во-вторых, платформа предоставляет полный набор инструментов, необходимых для реализации спроекти-

рованной архитектуры: конструктор бизнес-процессов (BPMN 2.0), расчетный модуль для скоринга, управление документами, интеграцию через REST API и т.п. В-третьих, GreenData входит в Единый реестр отечественного ПО и доступна в маркетплейсе VK Cloud с инфраструктурой, сертифицированной по регуляторным требованиям, что критически важно для банковского сектора.

В ходе исследования также была проанализирована проблематика нагрузочного тестирования. Для этого на основе открытых данных были проанализированы количественные параметры работы банковских институтов развития. Можно отметить, что банковский институт развития одновременно обрабатывает от 50 до 150 проектов на разных стадиях жизненного цикла. В месяц количество новых поступающих заявок можно оценить в диапазоне от 30 до 80 в зависимости от типа запрашиваемого вида поддержки, а в год общий объем обрабатываемых проектов составляет от 300 до 800. Эти показатели были использованы в качестве параметров для нагрузочного тестирования.

Также стоит отметить, что для low-code платформ крайне остро стоит проблема масштабирования созданных продуктов из-за монолитной архитектуры многих платформ. В рамках проведенного исследования предложено решение этой проблемы — развертывание модуля в облачной инфраструктуре VK Cloud с использованием сертифицированного образа GreenData. Это позволяет автоматически увеличивать количество вычислительных ресурсов при росте числа одновременно обрабатываемых заявок. Так, например, при увеличении нагрузки система сохраняет время отклика в пределах определенных нормативов (не более 2 секунд на операцию).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование подтверждает, что low-code платформы являются эффективным инструментом для создания информационных систем банковских институтов развития.

Ключевым результатом исследования является модуль автоматизации кредитования, который решает проблему отсутствия прозрачности процесса для клиента. Реализованный сервис позволяет инициатору проекта видеть, на каком этапе находится его заявка. Разработанные веб-интерфейсы доступны клиенту сразу после авторизации и не требуют дополнительного обучения, а масштабирование модуля обеспечено за счет облачного развертывания в VK Cloud. Таким образом, можно сделать вывод о том, что low-code подход позволяет сочетать скорость разработки, гибкость системы и повышение качества клиентского сервиса, что особенно важно для банковских институтов развития.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Финансовые институты развития: сущность, особенности и их значение в развитии финансовых отношений [Электронный ресурс], URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/financovye-instituty-razvitiya-suschnost-osobennosti-i-ih-znachenie-v-razvitii-finansovyh-otnosheniy/viewer> (дата обращения: 01.04.2026)
2. GreenData: импортозамещение, ИИ и новая архитектура бизнеса [Электронный ресурс], URL: <https://companies.rbc.ru/news/Ks3CICWOIh/greendata-importozameschenie-ii-i-novaya-arhitektura-biznesa/> (дата обращения: 01.04.2026)
3. GreenData назвала ключевые тренды, которые сформируют ИТ-ландшафт в 2026 году [Электронный ресурс], URL: https://corp.cnews.ru/news/line/2026-01-29_greendata_nazvala_klyuchevye_trendy (дата обращения: 01.04.2026)
4. BPMN 2.0 универсальный подход при построении диаграмм [Электронный ресурс], URL: <https://habr.com/ru/articles/843942/> (дата обращения: 01.04.2026)
5. Обзор российских low-code платформ для бизнеса [Электронный ресурс], URL: <https://it-guild.com/info/blog/obzor-rossijskih-low-code-platform-dlya-biznesa/> (дата обращения: 01.04.2026)

4.2 ПЕРСПЕКТИВЫ ТРАНСФОРМАЦИИ МЕТОДИЧЕСКОГО АППАРАТА УЧЕТА, КОНТРОЛЯ И АНАЛИЗА ОБОРОТНЫХ АКТИВОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Чикалова Александра Евгеньевна,
*Аспирант, Российский экономический университет имени
Г. В. Плеханова, Москва, Россия, plaskova.ns@rea.ru*

Научный руководитель:

Пласкова Наталия Степановна,
*Доктор экономических наук, профессор Кафедры финансо-
вого контроля, анализа и аудита, Российский экономический
университет имени Г. В. Плеханова, Москва, Россия, plaskova.
ns@rea.ru*

Высокая трудоемкость ручных операций, разрозненность учетных данных и ретроспективная направленность аналитических процедур вступают в противоречие с потребностями бизнеса в оперативном, точном и прогнозном характере управленческих решений и диктуют объективную необходимость пересмотра методического аппарата учета, контроля и анализа оборотных активов в условиях стремительной цифровизации экономики. Предлагается использование современных технологий для разработки методик непрерывного цифрового учета в режиме реального времени, автоматизированного контроля с помощью алгоритмических контрольных точек и машинного обучения, а также предиктивной аналитики для прогнозирования дебиторской задолженности, оптимизации запасов и стресс-тестирования денежных потоков. Разработанные организационно-методические рекомендации обеспечивают поэтапное внедрение предложенного инструментария с учетом отраслевой специфики и уровня цифровой зрелости организаций, позволяя осуществлять переход от традиционной модели к системе непрерывного мониторинга и проактивного управления оборотным капиталом.

Ключевые слова: оборотные активы, методика учета, методология анализа, модели контроля, цифровизация.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях цифровой трансформации экономики традиционные методы учета, контроля и анализа оборотных активов организации постепенно снижают свою эффективность. Ручной ввод данных, фрагментарность информации, задержки в формировании отчетов и ограниченность аналитических возможностей сокращают оперативность и точность управления ресурсами компании. Современные цифровые технологии, включающие комплексные ERP-системы, средства бизнес-аналитики, большие массивы данных, машинное обучение, устройства автоматизации с помощью роботов и сети интернет вещей, создают предпосылки для кардинального переосмысления методического аппарата, применяемого для сбора, обработки и анализа информации об оборотных активах.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Развитие методического аппарата на основе цифровых технологий осуществляется с учетом принципов обеспечения оперативности процессов и стандартизации процедур, минимизации ручного и рутинного труда, гибкости внедрения систем и поддержания их информационной безопасности и сопровождается перестройкой системы учета, контроля и анализа оборотных активов компании [1].

Разработка и внедрение методики непрерывного цифрового учета оборотных активов на базе интегрированных платформ предполагает переход от традиционного документооборота к электронному с использованием структурированных первичных документов, проходящих автоматическую верификацию через интеграцию с контрагентами и государственными информационными системами. Внедрение роботизированной автоматизации процессов проверки корректности идентификаторов сторон, соответствия номенклатуры договорам и сопоставления с данными отгрузки и оплаты позволяет исключить ручной ввод первичных данных по операциям движе-

ния запасов и расчетов с дебиторами и сократить трудозатраты учетного персонала, предотвращая ошибки, связанные с человеческим фактором.

Интеграция данных интернета вещей с учетной системой дает возможность перейти от периодической инвентаризации к непрерывному мониторингу наличия и движения материальных оборотных активов с помощью меток и датчиков, фиксирующих перемещение каждой единицы товарно-материальных ценностей в реальном времени, что позволит исключать временные лаги между фактом хозяйственной жизни и его регистрацией, выявлять расхождения между фактическими остатками и учетными данными и существенно повышать надежность контрольной функции [2].

Вместе с трансформацией учета оборотных активов актуально и внедрение методики признания и оценки таких цифровых элементов оборотных активов, как токены, криптовалюты, электронные денежные средства и права, удостоверяемые смарт-контрактами, по справедливой стоимости с автоматическим тестированием на обесценение на основе данных криптовалютных бирж и агрегаторов. В частности, интеграцию смарт-контрактов в учетную систему стоит осуществлять таким образом, чтобы выполнение условий контракта автоматически инициировало формирование хозяйственной операции по признанию дебиторской, кредиторской задолженности или списанию денежных средств с использованием технологии распределенных реестров, что поможет не только ускорить учетный процесс, но и исключить риски, связанные с несвоевременным отражением обязательств.

Функционирующая в непрерывном режиме учетная подсистема создает необходимую основу для реализации методики автоматизированного контроля и риск-ориентированного мониторинга оборотных активов. Взамен традиционным контрольным процедурам, имеющим периодический и выборочный характер, вполне обоснована настройка контроль-

ных точек, сгруппированных по видам рисков. Внедрение автоматических лимитов кредитования позволит блокировать отгрузку товаров без предварительного согласования и требовать электронного подтверждения в отдельных случаях, включение условий перечисления средств только при подтверждении выполнения встречных обязательств предотвратит риск необоснованных задержек платежей и обеспечит синхронизацию движения товарных и денежных потоков, а автоматизированные процедуры контроля уровня запасов снизят вероятность кассовых разрывов из-за избыточного накопления запасов и минимизируют риски дефицита, ведущие к потерям от недополученной выручки [3].

Для обеспечения наглядности и оперативности контроля также необходимо разрабатывать специализированные дашборды, позволяющие предоставлять руководителям доступ к визуализированной информации о состоянии оборотных активов и, при достижении контрольных значений, направлять им уведомления для принятия соответствующих мер.

Следующим направлением является разработка и тестирование методики предиктивной аналитики с учетом прогнозирования финансового положения оборотных активов и предложения рекомендаций по его оптимизации. Планируется настройка моделей машинного обучения с целью прогнозирования просроченной задолженности, оценки кредитных рисков и внедрения дифференцированного подхода к установлению лимитов. Также предполагается использование алгоритмов прогнозирования спроса с учетом сезонности, трендов, маркетинговых активностей и внешних факторов для расчета страховых запасов и формирования обоснованных заказов. Дополнительно будет применяться стресс-тестирование для построения сценариев движения денежных средств, выявления рисков кассовых разрывов и разработки мер по их устранению.

Успешная реализация рассматриваемого цифрового аппарата возможна за счет обеспечения последовательности внедре-

ния и аудита текущих процедур, выбора пилотного процесса и его масштабирования с параллельной корректировкой внутренних регламентов и должностных инструкций, формирования у учетных и финансовых специалистов компетенций в области работы с большими данными, алгоритмами машинного обучения и интерпретации результатов аналитики, а также совершенствования системы управления рисками по созданию резервных каналов, поддержанию актуальности моделей и их переобучению на новых данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, цифровая трансформация методического аппарата, из традиционной учетно-контрольно-аналитической функции в систему непрерывного мониторинга и проактивного управления оборотным капиталом, позволяет достичь комплексного повышения эффективности, а практическая значимость и перспективность ее дальнейшего распространения заключается в возможности адаптации для применения в организациях различных отраслей с учетом их отраслевой специфики, масштабов деятельности и степени цифровой зрелости.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Оборотный капитал 2026: от страховки к катализатору роста. Новые подходы к автоматизации управления ликвидностью [Электронный ресурс], URL: <https://vesfinteh.ru/fintech-notes/upravlenie-oborotnym-kapitalom-2026-avtomatizatsiya-finansov/> (дата обращения: 17.03.2026)
2. Цифровая трансформация: что мешает получить бизнес-результат [Электронный ресурс], URL: <https://companies.rbc.ru/news/kUcz79R9V5/tsifrovaya-transformatsiya-cto-meshaet-poluchit-biznes-rezultat/> (дата обращения: 20.03.2026)
3. Что такое смарт-контракты и кому они нужны [Электронный ресурс], URL: <https://www.rbc.ru/crypto/news/66f1bcf69a794703cbe6ba1e> (дата обращения: 23.03.2026)

4.3 ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ МОНИТОРИНГА И ОПЕРАТИВНОГО РЕАГИРОВАНИЯ НА ПРИРОДНЫЕ РИСКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Сусина Ольга Павловна,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 241971@edu.fa.ru

Буткевич Степан Сергеевич,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 250661@edu.fa.ru

Ананьева Христина Евгеньевна,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 242029@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Чернышенко Всеволод Сергеевич,
Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, VSChernyshenko@fa.ru

Исследование посвящено разработке интеллектуальной платформы для мониторинга природных рисков на территориях парков и особо охраняемых природных территорий. Актуальность работы обусловлена тем, что существующие цифровые решения, как правило, либо ограничиваются справочно-навигационными функциями, либо решают отдельные задачи экологического мониторинга без интеграции с управленческим контуром реагирования. Целью исследования является проектирование архитектуры системы, объединяющей мобильное приложение для посетителей, веб-интерфейс для администрации, внешние геопространственные источники и механизмы интеллектуальной обработки данных. В результате разработана концепция платформы, в которой пользовательские сообщения, спутниковые данные о пожарах, метеорологические параметры ветра и картографические слои объединяются в едином

цифровом контуре. Предложенная архитектура обеспечивает верификацию обращений, формирование ситуационной картины, маршрутизацию инцидентов и адресные уведомления пользователей. Практическая значимость работы заключается в повышении оперативности реагирования на природные угрозы, снижении риска для посетителей и создании цифровой среды взаимодействия между гражданами и администрацией природных территорий.

Ключевые слова: экологический мониторинг, ООПТ, мобильное приложение, геоданные, природные риски, пожары, ветер, искусственный интеллект, уведомления, конфиденциальность.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях природные территории и парковые зоны функционируют в ситуации возрастающей рекреационной нагрузки и одновременного роста числа природных угроз. Повреждения инфраструктуры, задымление, очаги возгорания, неблагоприятные ветровые явления и иные инциденты требуют не только фиксации, но и быстрого доведения информации до ответственных служб. На практике именно посетители часто первыми обнаруживают такие события, однако отсутствие удобного цифрового канала приводит к тому, что значительная часть наблюдений не трансформируется в управленческое решение.

Анализ существующих подходов показывает, что традиционные системы экологического мониторинга на ООПТ ориентированы преимущественно на наземные наблюдения, периодическую обработку данных и оценку состояния природных комплексов. При этом мобильные приложения для парков в основном выполняют информационно-справочную и навигационную функции, а спутниковые и метеорологические данные существуют как отдельные источники, слабо связанные с практикой оперативного реагирования. Это формирует технологический разрыв между полевым наблюдением, цифровой фиксацией события и последующими действиями администрации.

В связи с этим возникает необходимость создания интегрированной платформы, в которой посетитель выступает источником первичного сигнала, геоданные обеспечивают объективный контекст, а администрация получает инструменты для проверки, приоритизации и сопровождения инцидентов. Такой подход особенно значим для мониторинга пожаров и опасных ветровых условий, где критическим параметром является не только факт события, но и его пространственно-временная привязка, достоверность и уровень потенциальной угрозы.

ИССЛЕДОВАНИЕ

В рамках исследования проектирование системы было разделено на три функционально связанные компонента: мобильный клиент, веб-платформа администрации и серверная подсистема интеграции внешних данных.

1. Архитектура мобильного приложения и пользовательские сценарии

Мобильное приложение рассматривается как основной инструмент полевого взаимодействия с системой. Его структура ориентирована на быстрый пользовательский сценарий: фиксация события, автоматическая привязка к местности, добавление фото и комментария, передача обращения в систему и последующее отслеживание его статуса. Базовая логика интерфейса включает разделы «Сообщить», «Карта», «Мои обращения» и «Профиль». Такой подход обеспечивает не только передачу информации от посетителя к администрации, но и формирование обратной связи, что принципиально отличает платформу от обычных туристических и справочных приложений.

С точки зрения функциональных требований особое значение имеют подтверждаемость обращения, наглядность картографического контекста и поддержка уведомлений. Геометка, фотофиксация и классификация события позволяют повысить достоверность сигнала, а единая карта обращений и внешних рисков формирует общее информационное поле для пользователя и администратора.

1. Интеграция модулей мониторинга пожаров и ветра

Ключевым результатом исследования стала концепция двух специализированных ситуационных модулей — «Пожары» и «Ветер». Модуль пожаров предполагает объединение официальных сводок, спутниковых детекций активного горения и пользовательских сообщений. В мобильном интерфейсе данные отображаются как на карте, так и в виде списка событий с сортировкой по расстоянию и времени. Для каждого объекта предусматривается указание источника, времени наблюдения, типа события и уровня уверенности.

При проектировании данного модуля учитывается специфика спутниковых продуктов почти реального времени. Детекции термоаномалий доступны с временной задержкой, зависят от пролёта спутника и ограничены факторами облачности, пространственного разрешения и возможного насыщения сенсоров. Следовательно, система должна не просто отображать такие данные, а сопровождать их признаком достоверности и корректным пояснением для пользователя.

Модуль ветра ориентирован на интеграцию наблюдаемых и прогнозных параметров, представленных в виде картографических слоёв и уведомлений. Его задача состоит в том, чтобы переводить метеорологическую информацию в прикладной формат, понятный посетителю и полезный для администрации. В сочетании с пространственной фильтрацией по области интереса это позволяет формировать предупреждения о потенциально опасной погодной обстановке применительно к конкретной территории или маршруту.

2. Веб-платформа и серверная логика обработки данных

Веб-приложение предназначено для реализации управленческого контура реагирования. Оно включает интерактивную карту, реестр обращений, панель верификации и инструменты аналитического контроля. В рамках этой подсистемы администрация получает возможность сопоставлять пользовательские сообщения с внешними источниками, подтверждать или от-

клонять события, изменять статусы и направлять обращения ответственным исполнителям.

Серверная часть платформы проектируется как набор сервисов, отвечающих за авторизацию, хранение медиафайлов, обработку обращений и интеграцию внешних геоданных. Для модулей пожаров и ветра особое значение имеют механизмы кэширования, дедупликации, нормализации и оценки качества данных. В модели хранения фиксируются не только пространственно-временные параметры события, но и его происхождение, время получения и уровень доверия. Это позволяет выстраивать единый событийный поток, в котором данные из разных источников не дублируются, а дополняют друг друга.

Отдельный аспект исследования связан с правовыми и этическими ограничениями. Поскольку персонализированные уведомления могут использовать координаты пользователя, обработка геолокации должна строиться на принципах добровольного согласия, минимизации данных и возможности полного отключения персонализации. В качестве предпочтительного сценария предлагается ручной выбор интересующей территории с опциональным подключением текущей геопозиции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках исследования разработана концептуальная архитектура интеллектуальной платформы, предназначенной для оперативного мониторинга природных рисков на территориях парков и ООПТ. Предложенное решение объединяет мобильные технологии, внешние геопространственные данные и цифровой контур административного реагирования в единую информационную систему.

Основной научно-практический результат состоит в формализации модели, в которой пользовательские обращения, спутниковые данные о пожарах, метеорологические параметры ветра и аналитические инструменты администрации работают как взаимосвязанные элементы единой платформы. Такой подход позволяет сократить разрыв между обна-

ружением события и принятием управленческого решения, повысить прозрачность обработки обращений и обеспечить адресное информирование посетителей о потенциальных угрозах.

Практическая ценность работы определяется возможностью внедрения платформы в деятельность природоохранных и рекреационных территорий. Разработанная архитектура может служить основой для дальнейшей реализации интеллектуальных сервисов прогнозирования, приоритизации инцидентов и автоматической оценки риска на основе методов искусственного интеллекта и пространственной аналитики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных» (ред. от 14.07.2022) // Собрание законодательства Российской Федерации. — 2006. — № 31 (ч. 1). — Ст. 3451.
2. Стишов М. С., Троицкая Н. И. Организация экологического мониторинга на особо охраняемых природных территориях: методические рекомендации. — М.: Фонд «Природа и люди», 2025. — 140 с.
3. Лупян Е. А., Барталев С. А., Балашов И. В. и др. Спутниковый мониторинг лесных пожаров в 21 веке на территории Российской Федерации (цифры и факты по данным детектирования активного горения) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2017. — Т. 14. — № 6. — С. 158–175.
4. Пономарев Е. И. Результаты и перспективы спутникового мониторинга лесных пожаров в России // Сибирский лесной журнал. — 2017. — № 4. — С. 3–14.
5. Методические указания по прогнозированию метеорологических условий и предупреждению населения о неблагоприятных явлениях. — М.: Росгидромет, 2022. — 45 с.
6. Nowak M. M., Dziób K., Bogawski M. P. Mobile GIS applications for environmental field surveys: A state of the art // Ecological Informatics. — 2020. — Vol. 58. — 101066

4.4 МОНИТОРИНГ ТРАНЗАКЦИОННОГО ТРАФИКА БАНКОВСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В СРЕДЕ KUBERNETES С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ EBPF

Каримзай Ахмад Халид,

Студент магистратуры, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 248499@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Алюнов Александр Николаевич,

Кандидат технических наук, заведующий Кафедры информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, analynov@fa.ru

Банки переходят на микросервисы и контейнеры. Этот сдвиг ломает привычные схемы мониторинга. Старые инструменты либо теряют пакеты, либо не дают сквозной картины транзакции. В данной работы рассматривается спроектирование архитектуру агента, нативного для Kubernetes. Агент отслеживает вычислительные ресурсы и сетевой трафик без потери производительности. В работе проводилось сравнительный анализ классические методы (SNMP, AF_PACKET, NetFlow) с современными (Service Mesh, eBPF). Выбор пал на eBPF и хуки Traffic Control. Только этот подход захватывает все пакеты и укладывается в бюджет менее 1% процессора. Написан прототип: ядро на языке программирование СИ, пользовательское пространство на Go. Нагрузочные тесты показали нулевые потери на скорости 30 000 PPS (англ. Packet per second). Латентность транзакций (p99) не дрогнула — стабильные 77 мс. Решение можно внедрить в действующие кластеры. Модифицировать ядро ОС не придется.

Ключевые слова: eBPF, Kubernetes, мониторинг сетевого трафика, банковские транзакции, Traffic Control, Prometheus, DevOps.

ВВЕДЕНИЕ

Микросервисы и Kubernetes стали стандартом для банковской инфраструктуры. По данным ЦБ РФ, через платежные си-

стемы РФ ежегодно проходят миллиарды операций [1]. Любой обрыв связи или скачок задержки бьет по соблюдению нормативов: ISO 20022 и Положения ЦБ РФ № 382-П. Наблюдаемость транзакционного потока превращается из желательной опции в жесткое требование.

Инструменты, рожденные в эпоху монолитов, плохо приживаются в контейнерах. AF_PACKET гонит копии пакетов из ядра в пространстве пользователя и захлебывается на пиках — потери достигают 20%, а задержки ползут вверх [5]. NetFlow и IPFIX выдают агрегаты. Связать поток с конкретным Pod'ом Kubernetes они не способны. Service Mesh (Istio, Linkerd) видит трафик на уровне L7 сетевого пакета, но цена этой видимости — sidecar-прокси, пожирающие память и процессор.

Цель работы: спроектировать и проверить архитектуру мониторинга, которая захватывает каждый пакет и почти не трогает ресурсы узла.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Анализ объекта мониторинга и выбор технологии перехвата Банковскую транзакцию можно формализовать как кортеж $ti = (id_i, type_i, ts^{start}, ts^{end}, S_i, R_i)$. Здесь id_i — идентификатор, $type_i$ — тип, ts^{start} и ts^{end} — временные границы, S_i — набор сетевых событий, R_i — ресурсы.

Жизнь транзакции уложили в конечный автомат. Пять нормальных состояний: от инициализации до подтверждения. Два терминальных: reject (отказ по бизнес-правилам) и timeout (инфраструктурный сбой). Для мониторинга важен именно timeout. Он кричит о поломке, а не о клиентской ошибке.

Объект нашего внимания — поток $F = \{t_i \in T \mid ts^{start} \in [t_0, t_0 + \Delta]\}$. Его пиковая интенсивность $\lambda = |F|/\Delta$ у крупного банка достигает 50 000 TPS (англ. transaction per second). Сообщения короткие (200 байт — 4 КБ).

Требуется сквозная трассировка.

Сравнение методов перехвата в Linux выявило единственного кандидата — eBPF. Он вписывается в лимит по процессо-

ру ($< 1\%$ при 30 000 PPS) и не теряет гранулярность. XDP (англ. Express Data Path) работает слишком рано, до создания `sk_buff`. Для полного доступа к заголовкам и метаданным пакета прямо в ядре выбран хуки Traffic Control на интерфейсах veth. Так связывается событие $s \in Si$ с транзакцией t_i .

Архитектура разработанного решения

Агент состоит из двух уровней:

1. **Уровень ядра:** eBPF-программа на языке программирования СИ. Она разбирает Ethernet, IP и TCP/UDP, применяет фильтры и кладет мета-данные в кольцевой BPF-буфер — быструю неблокирующую очередь SPSC. Механизм CO-RE и заголовок `vmlinux.h` делают байт-код переносимым между ядрами Linux 5.8+. Компилятор на продакшн-хосте не нужен.
2. **Уровень пользователя:** Агент на Go с библиотекой `cilium/ebpf`. Он читает события из буфера, дополняет их метаданными Kubernetes (Pod, Namespace, Node) через кэш `SharedInformer` и агрегирует. Наружу метрики уходят в формате Prometheus.

В кластере агент стартует как `DaemonSet`. Привилегии урезаны до `CAP_BPF` и `CAP_NET_ADMIN` — сохраняя стратегии `DevSecOps`. Helm управляет конфигурацией и Grafana рисует графики по метрикам.

Экспериментальная верификация

Собран тестовый стенд. Четыре микросервиса — Gateway, Auth, Processor, Notifier — повторяют путь банковской транзакции. Нагрузка генерируется `wrk2` при 30 000 PPS.

Цифры:

- **Потери пакетов:** 0%. Счетчик `tx_monitor_events_dropped_total` не шелухнулся. Кольцевой буфер справился.
- **Расход CPU:** Сумма eBPF и `userspace` уложилась в 0.5% одного ядра. Жесткий архитектурный бюджет соблюден.
- **Задержка:** Медиана `p99` застыла на 77 мс. Агент не добавил ни миллисекунды. JIT-компиляция eBPF не тормозит критический путь.

Для визуализации собранных метрик подготовлен четыре дашборда Grafana. На рисунке 1 показан основной экран мониторинга транзакционного трафика.



Рис. 1. Дашборд Grafana: метрики транзакционного трафика

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прототип показал: eBPF с ТС-хуками обходит ограничения классического мониторинга. Получаем полную картину трафика банковских микро-сервисов. Производительность не упала. Решение можно развернуть в действующем кластере. Агент представляется в виде исполняемый файл загружается в ядро ОС без перекомпиляции самого ядра. Инструмент готов к работе у DevOps-инженеров и служб безопасности финансовых организаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Годовой отчет Банка России за 2023 год / Центральный банк Российской Федерации. — Москва, 2024. — Текст: электронный. — URL: <https://cbr.ru/> (дата обращения: 09.04.2026).
2. Gregg B. BPF Performance Tools: Linux System and Application Observability / Brendan Gregg. — Addison-Wesley Professional, 2019. — 880 p. — ISBN 978-0136554820.
3. The Linux Kernel Documentation. BPF Ring Buffer. — Текст: электронный // The Linux Kernel Archives. — URL: <https://docs.kernel.org/6.6/bpf/ringbuf.html> (дата обращения: 09.04.2026).

4. Cilium Authors. cilium/ebpf: Pure-Go Library to Read, Modify and Load eBPF Programs. — Текст: электронный // GitHub. — URL: <https://github.com/cilium/ebpf> (дата обращения: 09.04.2026).
5. Benvenuti C. Understanding Linux Network Internals. — O'Reilly Media, 2006. — 1064 p. — ISBN 978–0596002558.

4.5 ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК СОТРУДНИКА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОЦЕНКИ ПЕРСОНАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ

Голубова Карина Евгеньевна,
Студент магистратуры, Донецкий государственный универ-
ситет, Донецк, Россия, kf.bi.ufin@donnu.ru

Научный руководитель:

Гридина Валерия Валериевна,
Кандидат экономических наук, доцент Кафедры бизнес-
информатики, Донецкий государственный университет, До-
нецк, Россия, v.gridina@donnu.ru

Рассмотрено применение технологии цифрового двойника сотрудника в системах оценки персонала предприятия. Показано, что использование данных из различных источников позволяет расширить возможности анализа эффективности сотрудников и перейти к более непрерывной оценке их деятельности. Рассмотрены особенности функционирования технологии, а также ее влияние на процессы оценки персонала. Выделены основные преимущества и ограничения применения цифрового двойника, связанные с качеством данных, требованиями к инфраструктуре и вопросами интерпретации результатов. На основе анализа существующих решений показано, что в практике уже используются отдельные элементы данного подхода, включая интеграцию данных и их аналитическую обработку. Полученные результаты позволяют оценить потенциал использования технологии цифрового двойника для совершенствования систем оценки персонала предприятия.

Ключевые слова: цифровой двойник, оценка персонала, информационные системы, HR-аналитика, управление персоналом

ВВЕДЕНИЕ

Современное развитие экономики сопровождается внедрением цифровых технологий в управление персоналом. В данных условиях возрастает значимость совершенствования систем оценки персонала, поскольку они служат основой для решений, связанных с развитием, мотивацией и удержанием сотрудников. Вместе с тем применяемые подходы к оценке во многом сохраняют периодический характер и опираются на экспертные суждения, что снижает их гибкость и точность. В связи с этим возрастает интерес к инструментам, обеспечивающим более непрерывный и обоснованный анализ. Одним из таких решений выступает технология цифрового двойника сотрудника, позволяющая формировать его цифровое представление на основе данных о профессиональной деятельности и тем самым расширяющая возможности оценки персонала.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Технология цифрового двойника сотрудника развивается как продолжение подходов к управлению персоналом, ориентированных на использование данных и аналитики. В отличие от традиционных решений, ориентированных на фиксацию уже достигнутых результатов, данный подход позволяет формировать изменяемое цифровое представление сотрудника, отражающее его текущую деятельность и особенности взаимодействия в рабочей среде.

В основе технологии лежит объединение информации из различных источников: систем учета персонала, данных о результатах работы и используемых корпоративных сервисов. За счет этого появляется возможность рассматривать деятельность сотрудника не изолированно, а с учетом совокупности факторов, влияющих на его эффективность. Обработка таких

Таблица 1. Преимущества и ограничения применения цифрового двойника сотрудника в системах оценки персонала предприятия

Преимущества	Ограничения
Повышение объективности оценки персонала за счет использования многомерных данных, отражающих результаты деятельности, компетенции и поведенческие характеристики	Зависимость от качества и полноты данных, что может приводить к искажению результатов при наличии ошибок или фрагментарности информационных потоков
Реализация прогностической аналитики, позволяющей выявлять риски снижения эффективности, текучести кадров и профессионального выгорания	Риск алгоритмической предвзятости, обусловленный особенностями обучающих выборок и используемых моделей
Непрерывный мониторинг деятельности сотрудников и оперативное выявление отклонений от целевых показателей	Сложность интерпретации результатов, требующая высокой квалификации специалистов в области аналитики и HR-управления
Персонализация управленческих решений по персоналу, включая индивидуальные траектории развития, обучения и мотивации	Этические и правовые риски, связанные с обработкой персональных данных и цифровым контролем
Интеграция данных из различных информационных систем в единый аналитический контур управления персоналом	Высокие требования к уровню цифровой зрелости предприятия и необходимости интеграции IT-систем
Автоматизация процессов оценки и анализа, позволяющая снизить трудозатраты и повысить оперативность принятия решений	Значительные затраты на внедрение и сопровождение, включая инвестиции в инфраструктуру и программные решения
Поддержка стратегического управления персоналом на основе аналитически обоснованных решений	Сопrotивление со стороны персонала, связанное с недоверием к цифровым инструментам оценки и контролю

**Таблица 2. Примеры применения элементов
цифрового двойника сотрудника
в корпоративной практике**

Компания / система	Реализуемые элементы цифрового двойника	Практический эффект
IBM (HR Analytics, Watson)	Предиктивная аналитика поведения сотрудников, анализ риска увольнения на основе интеграции HR-данных	Снижение текучести персонала, повышение обоснованности кадровых решений
SAP (SuccessFactors)	Интеграция данных о результативности, обучении и компетенциях, аналитика эффективности сотрудников	Повышение прозрачности и управляемости HR-процессов
Oracle (HCM Cloud)	Использование AI и аналитики для оценки эффективности, прогнозирования карьерного развития и потребности в персонале	Улучшение планирования кадровых ресурсов и повышение вовлеченности
Google (People Analytics)	Анализ поведенческих и командных факторов эффективности, моделирование продуктивности сотрудников	Повышение эффективности команд и качества управленческих решений
Unilever (AI в HR)	Анализ цифрового следа кандидатов и сотрудников, использование алгоритмов для оценки и отбора	Повышение объективности и скорости подбора персонала

данных позволяет выявлять взаимосвязи между различными показателями и использовать их при оценке текущего состояния сотрудника [1].

Важной особенностью является смещение акцента с фиксации результатов на их интерпретацию и прогнозирование.

Это позволяет выявлять потенциальные проблемы, связанные со снижением эффективности или риском ухода сотрудников, и принимать более обоснованные решения в области управления персоналом [2].

Для определения возможностей применения технологии выделены ее основные преимущества и ограничения (табл. 1).

Данные, представленные в таблице, показывают, что технология цифрового двойника сотрудника может повысить точность оценки персонала и расширить возможности анализа его эффективности. При этом ее внедрение связано с рядом ограничений, прежде всего с требованиями к качеству данных, уровню цифровой инфраструктуры и необходимостью учета вопросов конфиденциальности.

Важно отметить, что в настоящее время в практике отсутствуют примеры полного внедрения цифрового двойника сотрудника в его классическом понимании как динамической синхронизированной модели [3]. Однако в корпоративных системах уже используются отдельные элементы данного подхода — в частности, анализ данных о сотрудниках и их интеграция в рамках процессов оценки (табл. 2). Это позволяет рассматривать существующие решения как основу для дальнейшего развития данной технологии в сфере управления персоналом.

Приведенные примеры показывают, что отдельные элементы цифрового двойника сотрудника уже используются в практике оценки персонала различными крупными предприятиями. Это указывает на постепенное развитие подходов, на базе которых в дальнейшем возможно формирование полноценных цифровых двойников в сфере оценки персонала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, технология цифрового двойника сотрудника открывает дополнительные возможности для повышения эффективности систем оценки персонала за счет более полного использования данных и перехода к непрерывному анализу деятельности сотрудников. Вместе с тем ее внедрение требует

учета ряда ограничений, включая требования к качеству данных, уровню цифровой инфраструктуры и вопросам обработки персональной информации. При этом отдельные элементы данного подхода уже находят применение в корпоративной практике, что указывает на его дальнейшее развитие в сфере оценки персонала предприятия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алимова, М. С. Цифровые двойники поведения сотрудников как инструмент оптимизации принятия решений [Электронный ресурс] / М. С. Алимова // Научный КубГАУ. — 2025. — № 210. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-dvoyniki-povedeniya-sotrudnikov-kak-instrument-optimizatsii-prinyatiya-resheniy> (дата обращения: 10.04.2026)
2. Абрамов, В. И. Цифровые двойники: характеристики, типология, практики развития [Электронный ресурс] / В. И. Абрамов // Вопросы инновационной экономики. — 2024. — № 3. — С. 691–716. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-dvoyniki-harakteristiki-tipologiya-praktiki-razvitiya> (дата обращения: 10.04.2026)
3. Создание цифровых двойников сотрудников: реальность или фантастика? [Электронный ресурс], URL: <https://techrecruiter.ru/blog/sozдание-cifrovyyh-dvoynikov-sotrudnikov-realnost-ili-fantastika?ysclid=mnvd8v1nvg289983510> (дата обращения: 10.04.2026)

4.6 ИНТЕГРАЦИЯ DEVOPS-ПРАКТИК В РАЗРАБОТКУ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ФИТНЕС-ЦЕНТРОВ

Кузина Валерия Александровна,
Студент магистратуры, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 248928@edu.fa.ru
Научный руководитель:
Смирнов Михаил Викторович,

Кандидат технических наук, доцент Кафедры информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, mvsmirnov@fa.ru

В работе рассматривается применение DevOps-практик при разработке веб-приложений для фитнес-центров. Актуальность связана с тем, что цифровые сервисы становятся основной точкой взаимодействия с клиентом, а сбои в их работе приводят к прямым финансовым потерям. Цель исследования — определить, как интеграция DevOps влияет на устойчивость и развитие веб-приложений. В ходе работы проанализированы классические и современные подходы к разработке программного обеспечения, особенности эксплуатации веб-приложений, а также существующие информационные системы фитнес-центров. Выявлены ограничения текущих решений, связанные с отсутствием непрерывных процессов разработки и сопровождения. В результате предложена модель жизненного цикла веб-приложения, основанная на интеграции процессов разработки и эксплуатации. Показано, что применение DevOps-практик позволяет повысить надежность системы, сократить риски обновлений и обеспечить более стабильную работу сервиса. Предложенное решение является масштабируемым и может применяться в фитнес-центрах различного типа.

Ключевые слова: DevOps, веб-приложения, жизненный цикл, фитнес-индустрия, CI/CD, автоматизация, информационные системы, масштабируемость

ВВЕДЕНИЕ

Фитнес-индустрия активно переходит к цифровым сервисам [1]. Запись на тренировки, покупка абонементов и взаимодействие с клиентами все чаще реализуются через веб-приложения. Для многих фитнес-центров такие системы становятся основной точкой контакта с пользователем. В этих условиях стабильность работы веб-приложения напрямую влияет на бизнес. Даже кратковременные сбои приводят к потере клиентов и снижению доверия. Пользователь ожидает постоянного до-

ступа к сервису и быстрой реакции системы, а это требует высокой доступности, устойчивости и производительности. При этом веб-приложения функционируют в режиме непрерывной работы. Их нельзя останавливать для обновления или обслуживания. Любые изменения должны внедряться без нарушения работы системы. Это отличает их от традиционных программных продуктов и усложняет процесс разработки и сопровождения.

Используемые в практике подходы не всегда учитывают эти особенности. В ряде случаев обновления выполняются вручную, отсутствует автоматизация, а процессы разработки и эксплуатации остаются разделенными. Это приводит к ошибкам при развертывании, увеличению времени восстановления и снижению общей устойчивости системы.

В этих условиях возникает необходимость в подходе, который обеспечивает непрерывное развитие веб-приложения без потери стабильности. Одним из таких подходов является DevOps, направленный на объединение разработки и эксплуатации, автоматизацию процессов и использование данных эксплуатации для улучшения системы. Для фитнес-центров внедрение DevOps имеет практическое значение. Предлагаемое решение является масштабируемым и может быть адаптировано для фитнес-центров различного типа: от небольших студий до крупных сетевых клубов. Это делает исследование применения DevOps в данной области актуальным.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Классические модели жизненного цикла программного обеспечения (каскадная, V-модель) предполагают последовательное выполнение этапов и стабильность требований, что затрудняет их применение для систем, функционирующих в режиме непрерывной работы [2]. Гибкие методологии (Agile) повысили адаптивность разработки, но сохранили разделение между разработкой и эксплуатацией, что создает риски при внедрении изменений в продуктивную среду [3].

Формирование DevOps-подхода направлено на устране-

ние данного разрыва. DevOps рассматривается как система принципов, обеспечивающих непрерывный поток изменений, обратную связь и постоянное улучшение процессов [3]. Как показывают исследования Н. Форстрен, применение DevOps-практик коррелирует с улучшением ключевых показателей разработки: увеличением частоты развертывания и сокращением времени восстановления системы [4]. Архитектурные аспекты DevOps, отмеченные Л. Бассом, подчеркивают, что способность системы к частым и безопасным обновлениям зависит от ее структуры, а развертываемость становится ключевым атрибутом качества [5]. Вопросы построения масштабируемой и развертываемой архитектуры, особенно в контексте микросервисного подхода, подробно рассмотрены С. Ньюменом [6].

Анализ существующих информационных систем фитнес-центров показал, что большинство решений (например, «1С: Фитнес клуб», Mobifitness [7]) ориентировано на автоматизацию операционной деятельности: учет клиентов, расписание занятий, обработку платежей. При этом процессы разработки и сопровождения остаются слабо формализованными. Обновления систем выполняются без автоматизированных процедур тестирования и развертывания, что приводит к ошибкам при внедрении изменений и увеличивает риск простоев. Как отмечает А. А. Невский, внедрение CI/CD позволяет существенно сократить цикл выпуска изменений и повысить предсказуемость релизов [8]. В некоторых случаях отсутствуют отдельные среды тестирования, а процессы развертывания зависят от ручных операций, что снижает воспроизводимость среды и усложняет сопровождение системы. Предлагаемый подход позволяет решить эти проблемы независимо от масштаба организации.

В работе предложена модель жизненного цикла веб-приложения фитнес-центра, основанная на интеграции процессов разработки и эксплуатации (рис. 1). Модель включает следующие этапы:

- непрерывная разработка — сбор требований, создание и рецензирование кода;

- непрерывная интеграция — автоматическая сборка, unit-тестирование и проверка качества кода при каждом изменении;
- непрерывная доставка — автоматизированное развертывание в тестовую среду для приемочного тестирования;
- непрерывное развертывание — автоматический релиз в продуктивную среду после успешного прохождения всех проверок;
- непрерывный мониторинг — сбор метрик производительности, логирование ошибок и формирование обратной связи для разработки.

Ключевым отличием предложенной модели от классических является наличие замкнутого контура обратной связи от этапа эксплуатации к этапу разработки, что позволяет оперативно реагировать на проблемы в продуктивной среде и учитывать реальное поведение системы при планировании изменений. Принцип «создать — оценить — научиться», сформулированный Э.Райсом в концепции Lean Startup, хорошо согласуется с логикой обратной связи в DevOps и применим при развитии веб-приложений фитнес-центров [9].

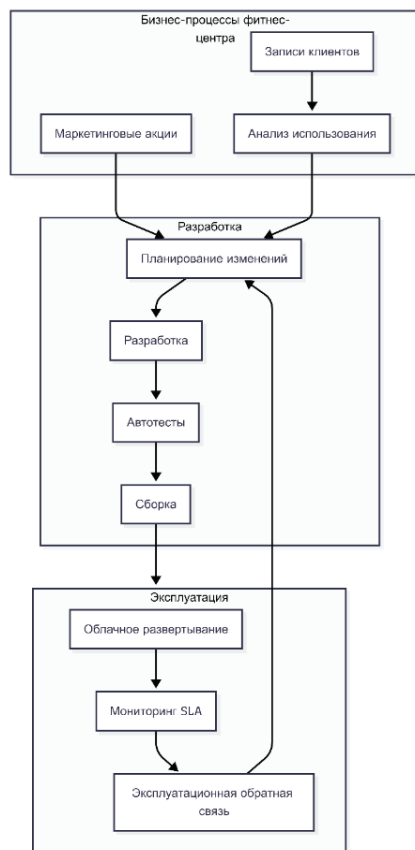


Рис. 1. Модель жизненного цикла веб-приложения фитнес-центра с применением DevOps. Источник: составлено автором.

Применение такой модели позволяет сократить время внедрения изменений, снизить количество ошибок, связанных с ручными операциями, и повысить предсказуемость поведения системы. За счет автоматизации процессов сборки, развертывания и мониторинга достигается устойчивость работы сервиса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что классические подходы к разработке программного обеспечения не в полной мере учитывают специфику веб-приложений, функционирующих в режиме непрерывной работы. Основной проблемой является разрыв между процессами разработки и эксплуатации, который сохраняется даже при использовании гибких методологий и приводит к ошибкам при внедрении изменений в продуктивную среду.

Анализ существующих информационных систем фитнес-центров, в частности платформ «1С: Фитнес клуб» и Mobifitness, выявил, что большинство решений ориентировано на автоматизацию операционной деятельности, но процессы разработки и сопровождения остаются слабо формализованными. Обновления систем выполняются без автоматизированных процедур тестирования и развертывания, отсутствуют отдельные среды тестирования, а процессы развертывания зависят от ручных операций. Это создает высокие риски простоев и усложняет сопровождение систем.

В работе предложена модель жизненного цикла веб-приложения фитнес-центра, интегрирующая процессы разработки и эксплуатации на основе DevOps-практик. Модель включает непрерывную интеграцию и доставку, автоматизацию сборки и развертывания, элементы инфраструктуры как код, а также непрерывный мониторинг состояния системы. Ключевым отличием предложенной модели является наличие замкнутого контура обратной связи от этапа эксплуатации к этапу разработки, что позволяет оперативно реагировать на проблемы в продуктивной среде.

Предложенное решение обладает масштабируемостью и универсальностью: оно может применяться в фитнес-центрах различного типа — от небольших студий до крупных сетевых клубов. Применение этой модели сокращает время внедрения изменений, снижает количество ошибок, связанных с ручными операциями, и повышает предсказуемость поведения системы. DevOps в данном контексте выступает не как набор инструментов, а как способ организации процессов, который позволяет поддерживать стабильную работу веб-приложения. Полученные результаты подтверждают, что интеграция DevOps-практик повышает надежность веб-приложений фитнес-центров и обеспечивает их стабильное развитие.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. FitnessData. Обзор рынка фитнес-услуг России [Электронный ресурс]. — URL: <https://fitnessdata.ru/> (дата обращения: 29.03.2026).
2. Pressman, R. S. Software Engineering: A Practitioner's Approach / R. S. Pressman, B. R. Maxim. — 8th ed. — New York: McGraw-Hill Education, 2014. — 976 p.
3. Ким, Д. The DevOps Handbook: How to Create World-Class Agility, Reliability, and Security in Technology Organizations / G. Kim, J. Humble, P. Debois, J. Willis. — Portland: IT Revolution Press, 2016. — 480 p.
4. Forsgren, N. Accelerate: The Science of Lean Software and DevOps / N. Forsgren, J. Humble, G. Kim. — Portland: IT Revolution Press, 2018. — 288 p.
5. Басс, Л. DevOps: взгляд архитектора / Л. Басс, И. Вебер, Л. Чжу. — М.: ДМК Пресс, 2021. — 362 с.
6. Ньюмен, С. Создание микросервисов / С. Ньюмен. — СПб.: Питер, 2021. — 368 с.
7. Mobifitness. Платформа управления фитнес-клубом [Электронный ресурс]. — URL: <https://mobifitness.ru/> (дата обращения: 30.03.2026).

8. Невский, А. А. Непрерывная интеграция и непрерывная доставка программного обеспечения / А. А. Невский. — Текст: электронный // Новое слово в науке: стратегии развития. — 2023. — URL: <https://interactive-plus.ru/e-articles/845/Action845-558847.pdf> (дата обращения: 29.03.2026).
9. Райс, Э. Бизнес с нуля. Метод Lean Startup / Э. Райс. — М.: Альпина Паблишер, 2023. — 256 с.

4.7 СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ЛОЖНОПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ СРАБАТЫВАНИЙ ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ АНОМАЛИЙ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА БАНКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФОВЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Маслова Мария Борисовна,
Студент магистратуры, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 258036@edu.fa.ru

Научный руководитель:
Кублик Евгений Ильич,
Кандидат технических наук, доцент Кафедры информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, ekublik@fa.ru

В работе представлены результаты исследования, посвящённого снижению уровня ложноположительных срабатываний при выявлении аномалий в системах транзакционного мониторинга банка с использованием графовых нейронных сетей. Актуальность работы обусловлена ростом объёмов потоковых финансовых данных, усложнением мошеннических схем и необходимостью обработки событий в режиме реального времени. Рассмотрены особенности постановки задачи в условиях несбалансированности классов и потоковой обработки, а также ограничения табличных моделей, не учитывающих реляционный контекст взаимодействий. Показано, что использование графового представления данных и моделей GNN позволяет учитывать структурные зависимости и снижать количество лож-

ноположительных срабатываний. Предложена двухконтурная архитектура, включающая первичную фильтрацию и графовую переоценку событий. Сформулированы принципы построения систем обнаружения аномалий, ориентированных на снижение ложных срабатываний при сохранении требуемого уровня полноты выявления.

Ключевые слова: антифрод, обнаружение аномалий, ложноположительные срабатывания (false positive), потоковая обработка, графовые нейронные сети (GNN), транзакционный граф, машинное обучение

ВВЕДЕНИЕ

Согласно публичной статистике, в 2025 году объем мошеннических операций увеличился на 6,4%, а их количество — на 31,2% [1]. При этом антифрод-системы работают в режиме высоконагруженных потоков данных, где необходимо обеспечивать низкую задержку принятия решений [1, 2].

Системы мониторинга должны одновременно:

- выявлять подозрительные операции в реальном времени;
- минимизировать количество ложных срабатываний;
- обеспечивать устойчивость к изменению данных.

Основное противоречие заключается в необходимости балансировать между полнотой (recall) и точностью (precision): увеличение чувствительности модели приводит к росту ложных тревог, что перегружает вытекающие процессы (ручная проверка, кейс-менеджмент) [2, 6].

Таким образом, снижение ложноположительных срабатываний следует рассматривать как задачу оптимизации всей системы, а не только отдельной модели.

ИССЛЕДОВАНИЕ

В терминах бинарной классификации ложноположительное срабатывание (False Positive) возникает, когда легитимная транзакция ошибочно классифицируется как аномальная [6]. Метрика FPR напрямую влияет на нагрузку системы: рост FP

увеличивает объем событий, поступающих в очередь на ручную проверку [2].

Ключевая гипотеза заключается в том, что табличные модели теряют значимую информацию, поскольку анализируют транзакции изолированно, без учета контекста взаимодействий [3].

Для устранения этого ограничения предлагается представление данных в виде гетерогенного графа, где:

- вершины — клиенты, счета, устройства, IP-адреса;
- ребра — транзакции, авторизации, связи между сущностями.

Графовые нейронные сети (GNN) позволяют агрегировать информацию из соседних узлов (neighbor aggregation) и выявлять структурные аномалии, характерные для мошеннических паттернов [3, 4].

С учетом потоковой природы данных применяется временное окно, внутри которого формируется подграф для текущей транзакции. Это позволяет реализовать онлайн-инференс без полной реконструкции графа.

Архитектура решения включает два контура:

1. Первый контур: быстрый фильтр на основе табличных признаков (gradient boosting/logistic regression), задача — высокая полнота (high recall) и отбор кандидатов.
2. Второй контур: графовая модель (GNN-based re-scoring), задача — снижение FPR за счет учета контекста.

Дополнительно используется ансамблирование моделей, где выход GNN комбинируется с классическими ML-моделями (Random Forest, XGBoost) для повышения устойчивости [5].

Экспериментальная часть реализована как имитационное моделирование:

- построен синтетический транзакционный граф;
- внедрены различные типы аномалий;
- проведена валидация на открытых датасетах с дисбалансом классов.

Результаты показали снижение FPR на 15–20%, сокращение нагрузки на очередь ручной проверки, сохранение уровня recall.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Снижение ложноположительных срабатываний является задачей оптимизации архитектуры антифрод-системы, а не только повышения качества отдельной модели. Использование графовых нейронных сетей позволяет учитывать реляционный контекст и снижать количество ошибок, возникающих при анализе изолированных транзакций [3, 4].

Наиболее эффективным является двухконтурный подход, в котором GNN применяется для переоценки кандидатов, отобранных первичной моделью. Предложенная архитектура может быть интегрирована в потоковые системы обработки данных (Kafka, Spark Streaming) и масштабирована в рамках DevOps-инфраструктуры (MLOps pipeline), обеспечивая баланс между скоростью обработки и качеством решений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Банк России. Обзор операций, совершенных без добровольного согласия клиентов финансовых организаций за 2025 год. — Текст: электронный. — 2026. — URL: https://www.cbr.ru/analytics/ib/operations_survey/2025/ (дата обращения: 02.04.2026).
2. Банк ВТБ (ПАО). Руководство по контрольным показателям риска информационной безопасности, связанным с операциями без согласия клиентов. — Текст: электронный. — [Б. м.], [б. г.]. — URL: <https://asros.ru/upload/iblock/908/3bjom9g8t8gx3op8gk0fo7tx7nwijxb7/Prilozhenie-3.-Rukovodstvo-po-KPIB.pdf> (дата обращения: 02.04.2026).
3. Сергадеева, А. И. Обнаружение банковского мошенничества с применением графовых нейронных сетей / А. И. Сергадеева, Д. С. Лаврова // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. — 2021. — № 4. — С. 112–122. — DOI 10.48612/jisp/reag-mhbb-n41d. — EDN QKMFKR. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47565131> (дата обращения: 03.04.2026).
4. Коробейников А. Г. Обнаружение аномалий в данных из сети

- INTERMAGNET при помощи графовой нейронной сети // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. — 2024. — Т. 67, № 10. — С. 817–821. — DOI: 10.17586/0021–3454–2024–67–10–817–821. — URL: <https://pribor.ifmo.ru/jour/article/view/38> (дата обращения: 03.04.2026).
5. Арм А. А. С., Ляпунцова Е. В. Новая гибридная модель обнаружения аномалий на основе ансамблевых методов машинного обучения и федеративных графовых нейронных сетей для обеспечения сетевой безопасности // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. — 2025. — Т. 13, № 2. — DOI: 10.26102/2310–6018/2025.49.2.044. — URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1887> (дата обращения: 05.04.2026).
6. Фельдман, Е. В. модель выявления аномальных банковских транзакций на основе машинного обучения / Е. В. Фельдман, А. Н. Ручай, Д. Ю. Чербаджи // Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. — 2021. — № 1(39). — С. 27–35. — DOI 10.14529/secur210104. — EDN MEVVAM. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45485625> (дата обращения: 05.04.2026).

4.8 РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ВНУТРЕННЕГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КАК ЕДИНОГО КОНТУРА ЗАДАЧ В КОНТРОЛЬНО-НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Лозенко Дарья Сергеевна,
Студент магистратуры, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 249538@edu.fa.ru

Научный руководитель:
Гринева Наталья Владимировна,
Кандидат экономических наук, доцент Кафедры информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, ngrineva@fa.ru

В работе рассматривается разработка подсистемы внутрен-

него взаимодействия как единого цифрового контура задач в контрольно-надзорной деятельности на примере сферы благоустройства города Москвы. Предмет исследования связан с организацией постановки, распределения, исполнения и контроля задач инспекторского состава в условиях нескольких источников поступления данных и различий в пользовательских ролях. Цель работы состоит в обосновании проектного решения, при котором задачи из разнородных источников переводятся в единый рабочий контур, а сведения о ходе их исполнения становятся основой для аналитики и управленческого контроля. В ходе исследования выделены основные организационные ограничения существующего порядка работы, определены требования к подсистеме, описаны логика движения задач, ролевой состав пользователей и состав проектных решений. Результатом выступает обобщенная модель подсистемы, позволяющая увязать внутреннее взаимодействие подразделений, распределение нагрузки и мониторинг деятельности.

Ключевые слова: контрольно-надзорная деятельность, благоустройство, внутреннее взаимодействие, единый контур задач, цифровая система, мониторинг, распределение задач

ВВЕДЕНИЕ

Контрольно-надзорная деятельность органов исполнительной власти города Москвы связана с большим числом задач, различающихся по источнику, сроку исполнения, типу объекта и маршруту прохождения. На практике это ведет к тому, что одна часть задач возникает внутри профильных подсистем, другая поступает через контур электронного документооборота, а итоговая картина загрузки исполнителя собирается не сразу. При таком порядке руководителю сложно видеть полный массив поручений, а исполнителю — работать в едином и прозрачном контуре.

Для исправления этой ситуации требуется не отдельная учетная форма, а подсистема, которая связывает получение задач, их распределение, изменение статусов, завершение и последу-

ющий аналитический разбор. В работе рассматривается именно такой подход: подсистема внутреннего взаимодействия понимается как единый контур задач, где организационная логика и цифровая логика не расходятся между собой.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Постановка проблемы связана с тремя группами ограничений. Первая группа относится к источникам задач. Если задачи поступают из нескольких систем и фиксируются в разных регистрах, то возникает разрыв между фактической работой подразделений и её цифровым отражением. Вторая группа относится к исполнению: без единого контура становится сложнее отслеживать срок, причину переназначения, основание постановки задачи и связь между поручением и результатом. Третья группа относится к аналитике: при неполном массиве данных показатели работы подразделения формируются не по всей деятельности, а по той её части, которая уже попала в систему.

Проектное решение строится вокруг единого контура задач. В таком контуре задача получает формальную запись в момент поступления, связывается с источником, исполнителем, сроком и типом, после чего проходит стадии распределения, исполнения и завершения. Для руководящего состава это создает единое поле контроля, для исполнителя — понятную очередь задач, для аналитического контура — структурированный массив сведений.

Содержательно подсистема включает ролевую модель, карточку задачи, реестр задач, разделы распределения, поручений и аналитики. Работа с задачами опирается на формализованные статусы, правила обработки просроченных и выполненных задач, алгоритмы переназначения и механизмы исключения дублей. Отдельное значение имеет связь операционного контура с аналитическим: данные о ходе исполнения не дублируются в отдельной системе, а становятся основой для отчета и дашборда.

**Таблица 1. Проблемы текущего порядка работы
и проектные решения**

Проблема	Проектное решение
Разрозненные источники задач	Сведение задач в единый контур с едиными правилами учета
Неполная обозримость загрузки исполнителя	Фиксация задачи с указанием исполнителя, срока и основания
Повторная постановка и дублирование	Проверка задач на совпадение и исключение дублей
Сложность контроля со стороны руководителя	Реестр задач, статусы, фильтры, аналитические формы

На рисунке 1 показана укрупненная схема информационного потока. В ней видно, что источники задач не должны существовать как независимые контуры. Они подаются в общую точку учета, после чего задача проходит через распределение и контроль, затем через исполнение и только потом попадает в аналитический слой. Такая последовательность нужна, потому что мониторинг не может быть достоверным, если он строится отдельно от операционного контура.

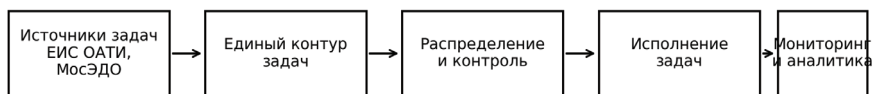


Рис. 1. Укрупненная схема информационного потока задач

В проектной модели ключевым является не только прием задач, но и правила их распределения. В контрольно-надзорной деятельности одно и то же задание не может оцениваться лишь по факту наличия в системе. Нужны срок исполнения, связь с объектом, источник, принадлежность исполнителя к подразделению, а также возможность перераспределения, если исходное назначение уже не отвечает текущей нагрузке. По этой причине подсистема внутренне-

го взаимодействия рассматривается как организационно-информационный механизм, а не как обычный календарь задач.

Вторичный результат проектного решения связан с аналитикой. Когда задачи описаны единым образом, становятся доступны сопоставимые показатели по подразделениям и исполнителям: объем задач, распределение по типам, количество завершенных и просроченных задач, динамика нагрузки. Руководитель получает возможность видеть не только итоговый результат, но и сам процесс прохождения задачи. Для сферы благоустройства это особенно значимо, поскольку контрольные действия зависят от сроков, регулярности обследований и состава объектов.

Практическая база исследования ограничена сферой благоустройства города Москвы, где задача координации инспекторского состава и фиксации результатов стоит особенно остро. При этом сама модель может быть использована шире, поскольку описывает общую логику построения внутреннего цифрового контура задач в контрольно-надзорной деятельности. Ценность такого подхода состоит в том, что он связывает рабочую деятельность подразделений, порядок постановки задач и последующий управленческий контроль в одном массиве данных.

ВЫВОДЫ

Разработка подсистемы внутреннего взаимодействия как единого контура задач позволяет перевести постановку, распределение, исполнение и контроль задач в единую цифровую логику. Для контрольно-надзорной деятельности это означает более полную обзримость текущей работы, снижение потерь при передаче поручений и получение устойчивой базы для мониторинга. На примере сферы благоустройства города Москвы показано, что такой контур может рассматриваться как самостоятельный проектный результат, объединяющий управленческий и информационный уровни.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации: Федер. закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ // КонсультантПлюс: справ.-правовая система. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358750/ (дата обращения: 09.04.2026).
2. Об утверждении Положения об Объединении административно-технических инспекциях города Москвы: постановление Правительства Москвы от 08.09.2009 № 960-ПП // ГАРАНТ: информ.-правовой портал. URL: <https://base.garant.ru/392623/> (дата обращения: 09.04.2026).
3. Чекмарев А. В. Управление цифровыми проектами и процессами: учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Юрайт, 2025. 424 с.
4. Масленникова Е. В. Динамика совершенствования контрольно-надзорной деятельности государства: результаты статистических наблюдений и социологических оценок // Государственная служба. 2024. Т. 26, № 5. С. 37–52.
5. Объединение административно-технических инспекций города Москвы: официальный портал. URL: <https://www.mos.ru/oati/> (дата обращения: 12.04.2026).

4.9 ЕДИНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ: АДАПТАЦИЯ И ПОРЯДОК ВВЕДЕНИЯ В ЭНЕРГОСЕРВИСНОМ ПРОЕКТЕ

Гречушкина Дарья Сергеевна,
Студент магистратуры, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 248936@edu.fa.ru
Научный руководитель:
Гринева Наталья Владимировна,
Кандидат экономических наук, доцент Кафедры информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, ngrineva@fa.ru

В работе рассматривается создание единой системы контроля потребления энергетического ресурса для энергосервисных проектов. Разрозненные локальные решения затрудняют сопоставимость базового и фактического потребления, увеличивают трудоемкость верификации экономии и осложняют управление рисками контракта. Предложена модель единой системы, объединяющая слой приборного сбора данных, модуль нормализации и контроля качества, аналитическое ядро, блок верификации экономии и управленческий контур. Сформулирован поэтапный порядок адаптации системы. Практический результат состоит в сокращении времени подготовки отчетности, повышении прозрачности расчетов и создании единой цифровой базы.

Ключевые слова: энергосервисный проект, контроль энергопотребления, базовая линия, верификация экономии, цифровой мониторинг, энергоресурсы.

ВВЕДЕНИЕ

Для энергосервисного проекта недостаточно зафиксировать факт снижения потребления ресурса. Необходимо показать, каким способом собираются данные, насколько они сопоставимы во времени, как учитываются режимы эксплуатации объекта и каким образом подтверждается экономия, служащая базой для расчетов между сторонами договора. На практике именно этот участок часто оказывается самым уязвимым: объект оснащается разнородными счетчиками, данные поступают с разной периодичностью, часть операций выполняется вручную, а аналитика формируется уже после возникновения отклонений.

Предметом исследования становится единая система контроля, связывающая измерение, хранение, обработку, анализ и подтверждение результата. Цель тезисов состоит в том, чтобы на основе анализа существующих моделей предложить разработку такой системы и определить порядок ее введения в работу.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Проведен анализ моделей, которые сегодня используются для контроля энергопотребления. Выделенно три группы: первая — локальные системы учета, которые работают на уровне здания или узла. Вторая группа — корпоративные системы, связывающие несколько объектов, но не всегда учитывающие специфику энергосервисного договора. Третья группа, это IoT-платформы, ориентированные на потоковые данные, удаленный доступ и гибкую аналитику. Сопоставление этих моделей показывает, что каждая решает часть задачи. Локальные решения дают детальный учет, но плохо масштабируются. Корпоративные упрощают управление, но зависят от протоколов и исходной ИТ-среды. Облачные платформы обеспечивают широкую аналитику, но верификация ненадежна без настройки. В табл. 1 представлено сравнение моделей.

Таблица 1. Сравнение моделей контроля энергопотребления в контуре энергосервисного проекта

Модель	Сильные стороны	Ограничения
Локальная АСКУЭ	Высокая точность по узлам, простая эксплуатация	Слабая сопоставимость данных между объектами, ручная подготовка отчетов
EMS/BMS-контур	Централизованный контроль, связь с режимами работы оборудования	Не всегда выделяет контрактную экономию и базовую линию потребления
Облачная IoT-платформа	Гибкая аналитика, масштабирование, удаленный доступ	Требует строгой настройки модели данных, прав доступа и правил верификации

Система формирует контрактно значимую цифровую среду, прослеживаемую от прибора до отчета. В состав системы включены пять блоков: сбор данных, нормализация и контроль

качества, аналитика потребления, модуль верификации экономии и управленческая отчетность. Сбор данных охватывает приборы учета электрической энергии, а также технологические датчики, влияющие на интерпретацию результата. Блок нормализации приводит данные к единому формату, выявляет ошибки. Аналитическое ядро формирует базовую линию, рассчитывает отклонения и выделяет влияние режимных факторов. Модуль верификации экономии работает по правилам IPMVP. Управленческий блок собирает отчетность. Логика предлагаемой разработки показана на рис. 1.

1. Источники данных: счетчики, датчики, журналы эксплуатации
2. Шлюз и слой нормализации: проверка полноты, синхронизация, единый формат
3. Аналитическое ядро: базовая линия, отклонения, факторный анализ
4. Модуль верификации: расчет подтвержденной экономии, события и корректировки
5. Управленческий контур: отчеты, решения по проекту

Рис. 1. Контур единой системы контроля потребления энергетического ресурса

Ключевым элементом разработки выступает механизм адаптации, поскольку один и тот же шаблон не подходит для школы, больницы, административного здания или производственного объекта. В предлагаемой модели адаптация строится в шесть шагов. Сначала фиксируются границы проекта: состав ресурсов, перечень точек учета, режим работы, стороны доступа к данным. Далее проводится аудит приборной базы и каналов передачи информации. После этого формируется карта данных и определяется минимальный набор параметров, без которого нельзя корректно рассчитать экономию. На четвертом шаге настраиваются правила расчета базовой линии и перечень событий,

требующих корректировки модели. Пятый шаг связан с разграничением ролей: ответственных за первичную запись, проверку качества данных, утверждение итогового отчета. На шестом шаге система переводится в режим регулярной эксплуатации.

Порядок введения системы в работу включает несколько этапов. Подготовительный включает обследование объекта и согласование требований договора. Пилотный: проверка сбора данных и корректировка базовой линии. Основной этап предполагает подключение точек учета, запуск аналитики и формирование отчетности. На этапе стабилизации проводится оценка точности расчетов, снижается доля ручных операций и закрепляются процедуры реагирования на отклонения.

Результат разработки дает три результата. Первый касается прозрачности: общие данные и правила для заказчика и исполнителя. Второй результат касается управляемости: отклонения выявляются в момент их возникновения. Экономия — снижение затрат на ручную сверку показаний. Однако цифровой контур не устраняет риски: слабая методика настройки ведет к ошибкам исходных.

ВЫВОДЫ

Существующие модели контроля энергопотребления не формируют целостный контур сопровождения энергосервисного проекта. Предложена разработка единой системы, в которой расчеты, измерение, обработка, анализ, подтверждение экономии выполняются в единой программе. Порядок введения системы в работу выстроен поэтапно, что делает ее применимой не только как ИТ-решение, но и как инструмент управления договором. Перспективность такого подхода связана с тем, что он создает единую базу по фактическому потреблению и снижает число спорных ситуаций между участниками проекта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности

- и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». [Электронный ресурс], URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978 (дата обращения: 11.04.2026)
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 09.06.2020 № 1523-р (ред. от 28.02.2024) «Об утверждении Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года». [Электронный ресурс], URL: <https://legalacts.ru/doc/rasporjazhenie-pravitelstva-rf-ot-09062020-n-1523-r-ob-utverzhenii/> (дата обращения: 11.04.2026)
 3. Постановление Правительства Российской Федерации от 09.09.2023 № 1473 Об утверждении комплексной государственной программы Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности» [Электронный ресурс], URL: <http://static.government.ru/media/files/xQ1UWgkZNLRI09zNT6PTlnfK0EsXfxVS.pdf> (дата обращения: 11.04.2026)
 4. ISO 50001:2018 Energy management systems — Requirements with guidance for use. Geneva: ISO, 2018.
 5. Efficiency Valuation Organization. International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP). EVO, актуальная редакция и материалы 2024–2025 гг. [Электронный ресурс], URL: <https://evo-world.org/en/products-services-mainmenu-en/protocols/ipmvp> (дата обращения: 12.04.2026)
 6. U.S. Department of Energy. M&V Guidelines: Measurement and Verification for Performance-Based Contracts. Version 5.0. Washington, DC, 2024.

4.10 ДИНАМИЧЕСКИ ГЕНЕРИРУЕМЫЕ ОБОЛОЧКИ ДЛЯ БЕССЕРВЕРНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА ПЛИС

Степаниденко Дмитрий Сергеевич,
Студент магистратуры, МИРЭА — Российский технологический университет, Москва, Россия, stepanidenko.d.s@edu.mirea.ru

Научный руководитель:

Рыжова Анастасия Андреевна,

Старший преподаватель Кафедры вычислительной техники, МИРЭА — Российский технологический университет, Москва, Россия, ryzhova@mirea.ru

В работе рассматривается один из ключевых аспектов интеграции ПЛИС в бессерверную модель вычислений — оболочка пользовательских функций. В работе кратко рассмотрены существующие прототипы систем бессерверных вычислений на ПЛИС и их подходы к созданию оболочек, их общие преимущества и недостатки. Предлагаются подход динамической конфигурации и классификации пользовательских функций по характеру задержки. По типу пользовательской функции выбирается протокол взаимодействия с функцией и, соответственно, конечный вид сгенерированной оболочки. Предложена общая архитектура оболочки. Выделен главный недостаток генерации оболочек для функций (временные затраты на синтез и place & route) и предложен метод его компенсации за счет введения измененного виде сервисной модели: горячего резервирования и холодного резервирования.

Ключевые слова: ПЛИС, бессерверные вычисления (serverless computation), FPGA-FaaS, динамическая генерация оболочки.

ВВЕДЕНИЕ

Интеграция ПЛИС в бессерверную модель остается недоисследованной задачей: из 164 статей по бессерверным вычислениям до 2022 только две [1] затрагивают поддержку ПЛИС, а систематический обзор за 2018–2025 годы делает заключение, что разработки в данной области для ПЛИС остаются на стадии прототипов [2]. Существует архитектурный паттерн, прослеживающийся практически во всех текущих работах по данной тематике — оболочка и роль (Shell/Role). Исключением из данного паттерна является BlastFunction [3], где используется разделение по времени, когда сначала работает одна функция, а потом на ее место перезаписывается

другая. При подходе Оболочка/Роль конфигурация делится на две части — статическую (оболочка) и динамическую (роль). Пользовательская функция является ролью, а оболочка отвечает за логику инфраструктуры вокруг пользовательской функции: ввод-вывод, протоколы коммуникации, управление памятью. Работа Mantle [4] выводит данный шаблон и расширяет его, добавляя промежуточный слой (Mantle), который обеспечивает версию совместимости между оболочкой и ролью. Существующие работы либо не используют этот паттерн (BlashFunction), либо используют этот паттерн в комбинации с частичной реконфигурацией (DPR — dynamic partial reconfiguration). DPR требует проприетарных инструментов (использование может быть ограничено лицензией) и фиксирует число исполняемых пользовательских функций на одной ПЛИС, что ограничивает гибкость в плане распределения функций по ПЛИС.

В данной работе предлагается метод динамической генерации оболочек для пользовательских функций, который основывается на полной реконфигурации и, соответственно, поддерживает открытый инструментальный стек. Подход больше ориентирован на недорогие ПЛИС, поддерживаемые открытым стеком, в котором DPR недоступна.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Недостатки и преимущества статических оболочек

В работе Mantle [4] авторы выделяют на ПЛИС фиксированную оболочку и пользовательские функции размещаются в заранее определенных динамических районах ПЛИС. В Serverless FPGA [5] размещают всего одну функцию, а F3 [6] и Funky [7] используют в качестве оболочки Coyote Shell с DPR-районами для пользовательских функций.

В качестве преимущества статических оболочек можно выделить четкое разделение границ между функциями, т.к. оболочка проектируется раз, верифицируется и затем не меняется. Оболочка при таком подходе пишется как можно более универ-

сально. А DPR позволяет перезаписывать только регион конкретной функции, не трогая остальные регионы ПЛИС.

Недостатки. Во-первых, число DPR-функций фиксируется на этапе проектирования и это может приводить к низкой утилизации ресурсов ПЛИС. Во-вторых, как было сказано ранее, DPR доступна только в проприетарных инструментах, что ограничивает область ее использования возможностями, предоставляемыми вендором и лицензией софта. В-третьих, интерфейс между оболочкой и функцией фиксирован, и потому если новая функция требует изменения ширины данных, оболочку придется корректировать вручную. В-четвертых, статические оболочки в разных исполнениях могут быть очень затратны в плане утилизации ресурсов ПЛИС. Например, Coyote Shell позиционирует себя как «фреймворк, предоставляющий абстракции операционной системы и набор общих сетевых сервисов и сервисов памяти для современных гетерогенных платформ».

Классификация протоколов пользовательских функций

Перед описанием динамического синтеза оболочки, нам необходимо задать протоколы, по которым оболочка может коммуницировать с пользовательской функцией. Для этого, классифицируем поддерживаемые функции по задержкам:

1. Комбинаторные — имеют задержку в один такт. На одном такте подаем данные — на другом можем получить финальный результат. Watchdog отсутствует
2. Мульти-циклические — подается сигнал start, выполняется функция, снимаем результат по сигналу done. Имеем заданное время работы, но все равно работает watchdog, т.к. есть риск того что пользователь ошибся.
3. Pipelined — pipeline конструкция языка Spade [8]. Отличается тем что язык гарантирует что функция будет выполнена за строго определенное число тактов, поэтому watchdog не нужен
4. Переменные — время работы зависит от входных данных и заранее не известно. Watchdog включен.

Таблица 1. Классификация пользовательских функций по задержкам

Тип	Задержка	Watchdog	Примеры
Комбинаторные	1 такт	Нет	Арифметические операции
Мульти-циклические	N тактов	Да	Целочисленное деление
Pipelined	N тактов	Нет	Любой pipeline на языке spade
Переменные	Неизвестна, зависит от данных	Да	Поиск НОД двух чисел

Из данной классификации выходит 4 одноименных протокола взаимодействия оболочки с функцией. Комбинаторные, мульти-циклические и переменные функции стандартны для Verilog/VHDL. Pipeline функции определены в языке Spade и предполагают гарантию конкретной задержки для пайплайнов благодаря возможностям самого языка.

Динамический синтез оболочки

Каждая оболочка состоит из семи блоков: приёмник, парсер пакетов (deserializer), очередь запросов на BRAM, диспетчер (FSM), пользовательская функция (роль), очередь с результатом и сериализатор. В данный момент предполагаем, что конкретный протокол коммуникации поддерживает выход сериализатора для отправки результатов вычисления и вход десериализатора для отправки данных и номера функции для вычислений, поэтому конкретный протокол коммуникации абстрагируется и выносится за скобки в данный момент.

Пользовательский интерфейс имеет только data_in, data_out и опциональные start и done, поэтому у функции нет доступа к посторонним ресурсам и нет необходимости в дополнительных проверках несанкционированного доступа к ресурсам ПЛИС.

Оболочка пишется на языке Spade [8], т.к. он предоставляет определенные гарантии корректности и предоставляет доста-

точный для данной задачи уровень абстракции.

Главный недостаток динамических оболочек и возможный метод компенсации

Основным недостатком динамических оболочек является данный факт: полный синтез + P&R (place & route) для современных ПЛИС может занимать значительное время, в то время как бессерверные функции должны быть готовы за минимально возможное время. Также если меняется комбинация функций для конкретной ПЛИС, то динамически реконфигурировать ее уже не выйдет и, поэтому, еще накладываются расходы на полную реконфигурацию.

Для компенсации данного недостатка мы предлагаем измененный тип сервисной модели:

1. «Горячее» резервирование — предполагается что нагрузка приходит постоянно и равномерно, поэтому работает как типичные бессерверные функции. При загрузке пользовательской функции, пользователь может ожидать что в данный момент времени функция всегда будет развернута хотя бы на одной ПЛИС.
2. «Холодное» резервирование — предполагается что нагрузка будет приходить «волнами» и развертывание функции не гарантируется. При второй модели пользователь должен вызвать API развертывания функции и затем уже присылать запросы на обработку. Для холодных функций работает механизм вытеснения по неактивному окну.

При горячем резервировании синтез выполняется один раз при развертывании функции и последующие вызовы могут обслуживаться без повторного синтеза, тогда повторный синтез будет нужен только когда на плате ПЛИС было удалено некоторое количество функций горячего резервирования и повторный синтез будет запускаться по достижении некоторого нижнего порога утилизации ПЛИС. При холодном резервировании синтез будет выполняться при первом вызове, но функция останется на ПЛИС в течение определенного окна времени (как минимум, функция может находиться дольше этого окна, т.к. она будет

перезаписана вытеснением). Таким образом в обоих случаях мы уменьшаем необходимость в повторном, частом синтезе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрена классификация бессерверных ПЛИС систем по наличию и типу оболочки. Описаны недостатки статической оболочки. Описан метод динамических оболочек, при котором оболочка собирается под конкретный вид функций и одна ПЛИС может содержать переменное число «обернутых» пользовательских функций. Описан главный недостаток динамических оболочек и предложен метод компенсации данного недостатка. Следующим логическим шагом будет вопрос безопасного предоставления памяти для пользовательской функции в оболочке.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Wen J., Chen Z., Jin X., Liu X. Rise of the Planet of Serverless Computing: A Systematic Review // ACM Transactions on Software Engineering and Methodology. — 2023. — Т. 32. — № 5. — Ст. 131. — 61 с.
2. Besozzi V., Della Bartola M., Dazzi P., Danelutto M. High-Performance Serverless Computing: A Systematic Literature Review // IEEE Access. — 2026. (early access).
3. Bacis M., Brondolin R., Santambrogio M. D. BlastFunction: an FPGA-as-a-Service System for Accelerated Serverless Computing // Design, Automation & Test in Europe Conference & Exhibition (DATE). — 2020. — С. 852–857.
4. Ringlein B., Abel F., Diamantopoulos D. et al. A Case for Function-as-a-Service with Disaggregated FPGAs // 2021 IEEE 14th International Conference on Cloud Computing (CLOUD). — 2021. — С. 333–344.
5. Maschi F., Korolija D., Alonso G. Serverless FPGA: Work-In-Progress // Proceedings of the 1st Workshop on SErverless Systems, Applications and MEthodologies (SESAME '23). — 2023. — С. 1–4.

6. Mainas C., Lambeck M., Scheufler B. et al. F3: An FPGA-accelerated FaaS Framework // Proceedings of the 34th International Symposium on High-Performance Parallel and Distributed Computing (HPDC '25). — 2025. — С. 1–16.
7. Koshiba A., Mainas C., Bhatotia P. Funky: Cloud-Native FPGA Virtualization and Orchestration // Proceedings of the 2025 ACM Symposium on Cloud Computing (SoCC '25). — 2025. — С. 209–224.
8. Skarman F., Gustafsson O. Spade: An HDL Inspired by Modern Software Languages // 32nd International Conference on Field-Programmable Logic and Applications (FPL). — 2022. — С. 454–455.

4.11 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ИНКАССАЦИИ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ИИ-АГЕНТОВ В МОБИЛЬНУЮ АВТОМАТИЗИРОВАННУЮ ИНКАССАТОРСКУЮ СИСТЕМУ В КРУПНЕЙШЕМ КОММЕРЧЕСКОМ БАНКЕ РОССИИ

Цыганков Владислав Романович,
*Студент магистратуры, Финансовый университет при Пра-
вительстве РФ, Москва, Россия, 2044456@edu.fa.ru*

Научный руководитель:
Гринева Наталья Владимировна,
*Кандидат экономических наук, доцент Кафедры информаци-
онных технологий, Финансовый университет при Правительстве
РФ, Москва, Россия, ngrineva@fa.ru*

Представляется исследование автоматизации инкассатор-ских процессов крупнейшего коммерческого банка России за счет внедрения ИИ-агентов в мобильную автоматизированную инкассаторскую систему. В работе рассматривается практиче-ский подход к цифровизации процессов обработки заявок на инкассацию и автоматического формирования инструктажей для инкассаторских бригад. В условиях значительных объемов операций с наличными денежными средствами возрастает на-

грузка на сотрудников центра мониторинга инкассации, а также увеличивается вероятность ошибок при ручной обработке заявок и подготовке маршрутной документации. В связи с этим актуальной задачей становится внедрение интеллектуальных инструментов, способных частично автоматизировать процессы принятия решений и снизить влияние человеческого фактора. В рамках исследования предлагается использование двух ИИ-агентов, интегрированных в мобильную автоматизированную инкассаторскую систему. Первый агент предназначен для автоматической обработки входящих заявок на инкассацию, поступающих от корпоративных клиентов банка по электронной почте. Второй агент обеспечивает автоматическое формирование инструктажей для инкассаторских бригад и их передачу в мобильное приложение сотрудников перед началом маршрута.

Ключевые слова: автоматизация инкассации, мобильная автоматизированная инкассаторская система, искусственный интеллект, ИИ-агенты.

ВВЕДЕНИЕ

Современные банковские организации активно внедряют цифровые технологии для повышения эффективности операционных процессов. Одним из наиболее сложных и ресурсоемких процессов является инкассация, включающая сбор, перевозку и учет наличных денежных средств, а также обслуживание устройств самообслуживания и корпоративных клиентов. Несмотря на активное развитие автоматизированных систем, значительная часть операций инкассационного процесса до сих пор выполняется вручную. Обработка заявок клиентов, формирование инструктажей, контроль выполнения маршрутов и анализ возникающих отклонений требуют значительных временных затрат со стороны операторов центра мониторинга инкассации. Дополнительные сложности возникают при работе с большим количеством клиентов, расположенных в различных регионах страны. Заявки на инкассацию поступают по различным каналам связи, включая электронную почту, кор-

поративные системы и внутренние сервисы банка. Обработка таких заявок вручную приводит к увеличению времени принятия решений и повышает вероятность ошибок.

В связи с этим возникает необходимость внедрения ИИ-агентов, способных автоматизировать отдельные этапы инкассационного процесса. Использование технологий искусственного интеллекта позволяет повысить скорость обработки данных, сократить нагрузку на сотрудников и обеспечить более эффективное управление инкассаторскими маршрутами.

Целью исследования является анализ возможностей автоматизации процессов инкассации путем внедрения ИИ-агентов в мобильную автоматизированную инкассаторскую систему крупнейшего коммерческого банка России.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения эффективности управления инкассационными процессами, снижения операционных рисков и дальнейшей цифровизации банковских операций.

ИССЛЕДОВАНИЕ

В рамках мобильной автоматизированной инкассаторской системы предлагается внедрение двух ИИ-агентов, выполняющих ключевые функции автоматизации.

Первый ИИ-агент предназначен для автоматической обработки заявок на инкассацию, поступающих от корпоративных клиентов банка. В настоящее время такие заявки направляются по электронной почте от крупных организаций, включая торговые сети, телекоммуникационные компании и другие корпоративные клиенты. Когда заявка в виде письма поступает на почтовый ящик организации, оператор ЦМИ (центра мониторинга инкассации) должен самостоятельно ее изучить, определить корректно ли указаны данные инкассационного объекта, сравнить время необходимой инкассации с временным интервалом обслуживания инкассационной бригады и принять решение — создавать заявку на инкассацию или ее отмену или же нет. И результат занести в систему.

ИИ-агент же посредством интеграций с почтовым адаптером и мобильной автоматизированной инкассаторской системой в автоматическом режиме при получении письма от контрагента анализирует все его данные: заявка ли это на инкассацию или ее отмена, идентификатор объекта инкассации, дата инкассации, интервал обслуживания инкассационной бригады и другие дополнительные условия выполнения заявки. После анализа данных ИИ-агент принимает решение о том, возможно ли создание такой заявки или нет. Если никаких ошибок и отклонений не обнаружено — ИИ-агент автоматически создает заявку в мобильной автоматизированной инкассаторской системе на ту дату и того клиента, данные которого указаны в письме. В случае, когда агент находит какие-либо несоответствия в обработанных данных контрагента, он меняет статус письма и уведомляет операторов центра мониторинга инкассации в необходимости ручной валидации данной заявки. Использование данного ИИ-агента существенно сокращает время обработки заявок, так как параллельно агент может обрабатывать до 120 писем от совершенно разных контрагентов, а также снижается нагрузка на операторов ЦМИ, что в свою очередь ведет к оптимизации штатных единиц и высвобождает ресурсы организации для их дальнейшего перераспределения.

Следующий ИИ-агент предназначен для автоматического создания и предоставления инструктажа для инкассатора. Каждый инкассатор перед началом своего маршрута обязан пройти инструктаж, в котором указаны различные меры безопасности, погодные условия в этот день в городе и другие дополнительные данные. На данный момент инструктаж инкассатор получает с помощью надиктовки от дежурного инкассатора. Решение с помощью ИИ-агента же повышает эффективность данного решения в разы. ИИ-агент посредством интеграций с серверной частью мобильной автоматизированной инкассаторской системой и мобильным приложением за час до начала маршрута инкассатора получает различные данные инкассатора: айди, дату и время начала маршрута, номер маршрута, и список предыду-

ших пройденных инструктажей. Агент после получения и анализа данных генерирует новый инструктаж и в автоматическом режиме отправляет его в мобильное приложение, в котором инкассатор посредством простых манипуляций может его прослушать. Для этого дополнительно реализована технология голосового воспроизведения — text2speech. Как итог автоматическое формирование инструктажа повышает эффективность данного процесса путем сокращения времени на его прослушивание, оптимизация штатной численности сотрудников и комплексного получения всей необходимой инкассатору информации.

Исходя из всего вышесказанного ИИ-агенты в мобильной автоматизированной инкассаторской системе повышают эффективность описанных двух важных инкассаторских процессов и улучшают клиентский путь инкассатора в своей работе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение ИИ-агентов в мобильную автоматизированную инкассаторскую систему является перспективным направлением развития цифровизации банковских процессов. Внедрение и развитие ИИ-агентов позволяет автоматизировать и поднимать эффективность ключевым процессам инкассации — обработку заявок от контрагентов и формирование инструктажей для инкассаторов.

Предложенные функциональные решения позволяют снизить нагрузку на сотрудников организации различной направленности, а также улучшают клиентский опыт пользователей при работе в соответствующих процессах.

Как итог, видно, что внедрении ИИ-агентов в процессы инкассации многократно повышает их эффективности, что является сигналом в распространении и на другие основные процессы и подразделения банка.

Исходя из всего вышесказанного ИИ-агенты в мобильной автоматизированной инкассаторской системе являются бескомпромиссным решением для цифровизации инкассационного процесса в самом крупном коммерческом банке России

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Эквайринг: что это такое и как работает [Электронный ресурс], URL: https://saby.ru/articles/retail/ekvayring_cho_eto_takoe?redir=1 (дата обращения: 30.12.2024)
2. Что такое интернет-эквайринг [Электронный ресурс], URL: https://tochka.com/knowledge/acquiring/cho_takoe_internet_acquiring/#plyusy-i-minusy-internet-ekvajringa (дата обращения: 30.12.2024)
3. Интернет-торговля в России 2024 [Электронный ресурс], URL: https://datainsight.ru/sites/default/files/DI_eCommerce_in_Russia_2023.pdf (дата обращения: 30.12.2024)
4. IDEF0. Знакомство с нотацией и пример использования [Электронный ресурс], URL: <https://trinion.org/blog/idef0-znakomstvo-s-notaciey-i-primer-ispolzovaniya> (дата обращения: 30.12.2024)
5. Тикет-система [Электронный ресурс], URL: <https://simpleone.ru/glossary/tiketing-sistema?ysclid=m5cyfxadth535592429> (дата обращения: 30.12.2024)
6. Текстовые данные и способы их обработки [Электронный ресурс], URL: <https://education.yandex.ru/handbook/data-analysis/article/tekstovye-dannye-i-sposoby-ih-obrabotki> (дата обращения: 30.12.2024)
7. Кластеризация и классификация больших текстовых данных с помощью машинного обучения [Электронный ресурс], URL: <https://habr.com/ru/articles/526984/> (дата обращения: 30.12.2024)

4.12 ВЫЯВЛЕНИЕ УСТАРЕВАЮЩИХ И НОВЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ДАННЫХ РЫНКА ТРУДА

Петриков Артём Евгеньевич,

Студент магистратуры, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 258037@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Долгов Виталий Игоревич,

Кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, vidolgov@fa.ru

В данной работе рассматривается задача выявления устаревающих и новых профессиональных компетенций на основе анализа временных рядов данных рынка труда. Для решения данной задачи используется реализованная система анализа и визуализации динамики развития профессиональных компетенций. Внедрение методов визуализации позволяет представить спектр профессиональных навыков и знаний в наиболее эргономичном и наглядном виде. Дальнейшее использование полученных схем и ориентировано на выявление взаимосвязей компетенций. Предполагается, что полученная форма визуализации повысит эффективность мониторинга соответствия конкретных профессиональных умений и навыков актуальным условиям рынка, например, уровню развития технологий, применяемых в решении работником функциональных задач. В работе анализируется аспект снижения и утраты востребованности отдельных навыков с течением времени в условиях технологического прогресса, цифровизации общественной жизни и также необходимость замены потерявших актуальность компетенций на отвечающие настоящим и будущим запросам экономики.

Ключевые слова: аналитика, визуализация, большие данные, профессиональные навыки, компетенции, мониторинг компетенций и навыков.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире тенденции рынка труда постоянно изменяются, работодателям и соискателям необходимо вовремя адаптироваться под новые тренды. Из-за быстрого обновления технологий и цифровизации процессов общественно-экономической жизни общества формируется потребность в системе, которая позволит заниматься монито-

рингом профессиональных компетенций.

В связи с этим федеральный исследовательский центр просил разработку системы для визуализации динамики профессиональных компетенций, которая могла бы обрабатывать большие массивы данных, выявлять зависимости и визуализировать их в удобной для специалиста форме.

Данные предоставляет федеральный исследовательский центр, который получает их с помощью автоматизированного сбора (парсинга) [3] у ведущих агрегаторов вакансий с помощью методов Data Mining и NLP [4].

ИССЛЕДОВАНИЕ

Разработанная система предназначена в целях анализа и визуализации динамики профессиональных компетенций для существующей системы прогнозирования стоимости навыков в определенной профессии. В системе прогнозирования создаются модели машинного обучения, для которых необходимы методы визуализации на основе данных навыков, выбранных для обучения модели, в целях повышения эргономичности аналитической работы и результативности специалиста с моделью.

Целью разработанной системы является выявление взаимосвязей между различными компетенциями и анализ их в разрезе нескольких лет.

Одним из методов визуализации в разработанной системе является временной график, на нём отображаются профессия, а также навыки и знания, спрос на которые характерен для неё в определенный период времени.

В качестве исследования были выбраны два типа профессий прикладные (повар-универсал, мастер ногтевого сервиса, агроном) и цифровые (финансовый аналитик, программист Java, программист DevOps). Для каждой профессии были выбраны 20 навыков, отсортированных по количеству упоминаний в вакансиях за отчетный период. В рамках исследования, таким периодом был выбран один календарный год. В анализ были добавлены следующие года: 2025, 2022, 2019 и 2015. Навыки в свою очередь

делятся на разные группы: это могут быть личностные установки, мировоззрение, языковые знания, компетенции в рамках одной или нескольких схожих профессий, конкретные технические инструменты или общие знания внутри сферы деятельности и т.д. [1].

Анализ временного ряда для профессии повар-универсал показал, что несмотря на базовые профессиональные компетенции в отдельные периоды, увеличивается востребованность в гибких навыках (soft skills), которые представляют в свою очередь поведение, личностные качества и рабочие привычки, такие как сотрудничество, критическое мышление, настойчивость и общение, которые помогают людям преуспевать в работе [2]. Если в 2015 году больше учитывались навыки, непосредственно связанные с приготовлением блюд, то к 2025 году возросла значимость аккуратности, командности, ответственности, добросовестности и соблюдения санитарных правил и норм, личной гигиены.

У мастера ногтевого сервиса в основном сохраняется устойчивый спрос на определенные навыки: оказание услуг по маникюру, выполнение педикюра, выполнение наращивания ногтей, но со временем усиливается роль аппаратных и комбинированных техник оказания услуг.

Анализ профессии агроном показывает, как цифровизация не заменяет привычные навыки, а дополняет их, формируя гибридный профиль навыков, сочетая в себе как прикладные агротехнологические навыки, так и цифровые инструменты.

Анализ временного ряда для финансового аналитика показал, что устойчивый спрос сохраняется для Excel и 1С, но усиливается роль более прикладных практик для аналитика, таких как сводные таблицы, анализ и консультирование клиентов. Следовательно, проявляется углубление и расширение наборов навыков для выполнения расчётов и аналитическому сопровождению.

Для программиста Java выявлена наиболее сильная трансформация. С начала наблюдений в основном были популярны инструменты корпоративной разработки, со временем начинает усиливаться значимость навыков для контейнеризации, непрерывной интеграции и развертки, API-взаимодействия

и знание новых фреймворков. Это показывает переход от традиционной серверной разработки к гибким и интегрированным решениям в разработке.

Для профессии программист DevOps проявляется переход от базовых инструментов системного администрирования по типу Linux, bash, Git, к комплексному стеку автоматизации и оркестрации инфраструктуры. Появляется рост значимости CI/CD, Docker, Kubernetes, что в свою очередь отражает развитие практик непрерывной интеграции, развертывания и управления облачной инфраструктуры.

Анализ временных рядов показал устойчивые различия между двумя типами рассматриваемых профессий. Для прикладных профессий в основном остаются компетенции без сильных изменений, но усиливаются новые техники и регламентные требования. Для цифровых профессий наблюдается постоянное изменение технологического стека и появление новых практик и инструментов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования было выявлено, что реализованная система анализа и визуализации динамики развития профессиональных компетенций с использованием методов визуализации позволяет в полной мере проследить процессы устаревания и появления новых компетенций.

В исследовании показано, что для прикладных профессий основное ядро компетенций сохраняет стабильность, но усиливаются новые техники и регламентные требования, тогда как для цифровых профессий отмечается изменение технологического стека и возникновение новых инструментов и практик работы.

Благодаря разработанной системе был применен анализ временных рядов, который позволяет отслеживать взаимосвязь навыков, и их востребованность, эффективность применения с учетом технологического прогресса и общественно-экономического развития, что даёт возможность наиболее эффективно подстраиваться под современные тенденции рынка.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Волгин, А. Д. Спрос на навыки: анализ на основе онлайн данных о вакансиях / А. Д. Волгин, В. Е. Гимпельсон // Экономический журнал Высшей школы экономики. — 2022. — Т. 26, № 3. — С. 343–374.
2. Джуева, Л. А. Soft skills (Мягкие навыки): значение для современного специалиста и проблемы формирования / Л. А. Джуева // Наука сегодня: глобальные вызовы, пути развития: Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 22 июня 2023 года. — Рязань: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «Концепция», 2023. — С. 40–42.
3. Турков, Е. С. Концептуальная модель модуля сбора данных о вакансиях для экспертной системы / Е. С. Турков, Ю. А. Степанов // Международный научно-исследовательский журнал. — 2020. — № 2–1(92). — С. 75–78.
4. Бова, Р. Ю. Использование технологий data mining для оценки рыночной стоимости сотрудника на российском рынке труда в сфере IT / Р. Ю. Бова // Фундаментальные и прикладные аспекты развития современной науки: Сборник научных статей по материалам XII Международной научно-практической конференции, Уфа, 12 мая 2023 года. Том Часть 2. — Уфа: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр «Вестник науки», 2023. — С. 38–43.

4.13 ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ГРАФОВЫХ ДАННЫХ: ОТ КЛАССИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ К НЕЙРОСЕТЕВЫМ ПОДХОДАМ

Вилкул Анна Андреевна,
Аспирант, Кафедра информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия,
onkrakhmalev@fa.ru

Научный руководитель:

Крахмалев Олег Николаевич,

Доктор технических наук, профессор Кафедры информационных технологий, Финансовый университет, Москва, Россия, onkrakhmalev@fa.ru

Устойчивая тенденция к накоплению данных, организованных в форме графовых структур — социальных сетей, транспортных систем, биологических взаимодействий, — обуславливает возрастающий исследовательский интерес к задаче выявления скрытых сообществ и структурных закономерностей. Настоящая работа преследует цель систематизации и сравнительного анализа ключевых подходов к кластеризации графовых данных. Рассмотрен спектр методов — от иерархических и модулярных алгоритмов (Girvan–Newman, Louvain) до техник на основе случайных блужданий (Walktrap) и спектрального разложения матриц. Отдельно проанализированы графовые нейронные сети (GNN) как инструмент кластеризации в динамических средах. По итогам обзора сформулированы критерии выбора метода с учётом масштаба графа и требуемой точности разбиения.

Ключевые слова: кластеризация графов, обнаружение сообществ, алгоритм Лувена, случайные блуждания, спектральная кластеризация, графовые нейронные сети, анализ социальных сетей.

ВВЕДЕНИЕ

Широкий класс реальных систем допускает естественное представление в виде графовых структур: взаимодействия пользователей в социальных платформах, маршрутные схемы городского транспорта, белок-белковые связи в клеточных регуляторных сетях. Фундаментальной аналитической задачей применительно к таким объектам является кластеризация, или обнаружение сообществ, — разбиение множества вершин на непересекающиеся подмножества таким образом, чтобы внутренняя плотность рёбер в каждой группе существенно превышала плотность межгрупповых связей. Принципиальное

отличие графовой кластеризации от классического анализа векторных данных состоит в том, что она опирается исключительно на топологию графа, не предполагая наличия метрического признакового пространства. Это требует применения специализированных математических формализмов и алгоритмических решений.

ЭВОЛЮЦИЯ МЕТОДОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ГРАФОВ

Задачи кластеризации графов уходят корнями в социологические исследования структурной эквивалентности 1970-х годов, однако её оформление в самостоятельное направление анализа данных относится к рубежу 2000-х годов. Среди первых формально обоснованных решений выделяются иерархические алгоритмы, построенные на последовательном удалении рёбер либо агломерации вершин.

Основополагающей в становлении данной области стала работа М. Гирвана и М. Ньюмана (2002), в которой было введено понятие рёберной посредничности (edge betweenness) — числа кратчайших путей в графе, проходящих через данное ребро. Алгоритм Гирвана–Ньюмана итеративно удаляет ребро с наибольшим значением посредничности, после каждого шага заново пересчитывая этот показатель для оставшейся структуры. Процедура завершается в момент распада графа на связные компоненты, которые и интерпретируются как сообщества. Концептуальная прозрачность метода, однако, сочетается с его принципиальным ограничением: вычислительная сложность порядка $O(m^2n)$, где m — число рёбер, n — число вершин, делает алгоритм неприменимым к сетям, насчитывающим более нескольких тысяч рёбер.

Сдвигом в масштабируемости алгоритмов обнаружения сообществ стало введение М. Ньюманом (2004) функции модулярности Q — скалярного показателя, количественно оценивающего качество разбиения посредством сопоставления фактической плотности внутрикластерных связей с её ожидаемым значением в нулевой модели случайного графа при

сохранении распределения степеней вершин. Максимизация модулярности закрепились как стандартная оптимизационная парадигма для задачи обнаружения сообществ.

Среди алгоритмов этого класса наибольшее распространение получил метод Лувена, предложенный В. Блонделем и соавторами в 2008 году. Алгоритм реализует двухфазную итеративную схему: на первой фазе каждая вершина переносится в то соседнее сообщество, членство в котором даёт наибольший локальный прирост модулярности; на второй фазе граф сворачивается путём слияния вершин каждого найденного сообщества в один суперузел. Повторное применение обеих фаз обеспечивает вычислительную сложность, близкую к линейной относительно числа рёбер. Это позволяет обрабатывать сети с сотнями миллионов связей. Впоследствии был разработан алгоритм Лейдена (Leiden), устраняющий выявленный в методе Лувена структурный дефект — возможность формирования внутренне несвязных сообществ — и демонстрирующий улучшенные показатели качества разбиения и вычислительной производительности.

Иная интерпретация понятия сообщества была предложена П. Понсом и М. Латапи в алгоритме Walktrap. Агент, осуществляющий случайное блуждание по графу, с высокой вероятностью удерживается в пределах структурно связной группы вершин на протяжении относительно короткого интервала времени. Существенным достоинством Walktrap является устойчивость к разреженности графа.

Развитием концепции информационных потоков на графе стал алгоритм Infomap, основанный на принципе минимальной длины описания: задача разбиения на сообщества сводится к минимизации длины кодирования траектории случайного блуждания с использованием оптимальных кодов Хаффмана, алгоритм явным образом учитывает иерархическую организацию сети.

Спектральный подход к анализу связности графов встречается в работах М. Фидлера 1970-х годов, связанных с алгебра-

ическими свойствами матрицы Лапласа. Задача предполагает вычисление собственных векторов матрицы смежности или нормализованного лапласиана и интерпретацию полученных векторных представлений вершин как точек в низкоразмерном евклидовом пространстве. В этом пространстве вершины, принадлежащие к одному сообществу образуют области, разделимые стандартными методами.

Вместе с тем практическое применение подхода ограничено вычислительной сложностью полного разложения матриц: для плотных матриц она составляет $O(n^3)$. Переход к итерационным алгоритмам нахождения собственных векторов, методам Ланцоша и Арнольди, позволил частично преодолеть ограничение, но ресурсоёмкость метода в сверхбольших разреженных графах остаётся ограничением.

С начала 2010-х годов в задачах анализа графов применяются методы, опирающиеся на глубокое обучение. Архитектура Graph Convolutional Networks (GCN), предложенная Т. Кипфом и М. Веллингом (2017), изначально ориентированная на классификацию вершин, дала импульс разработке специализированных решений для неконтролируемой кластеризации. Ключевым инструментом в этом направлении стал графовый автоэнкодер (Graph Autoencoder, GAE): энкодер на основе нескольких слоёв GCN агрегирует информацию из локальных окрестностей каждой вершины, формируя компактный латентный вектор, а декодер восстанавливает исходные связи посредством скалярного произведения этих векторов. В работе «Variational Graph Auto-Encoders» (2016) предложена вероятностная расширенная данная модели, допускающая генерацию новых связей.

Для непосредственного решения задачи кластеризации активно используется метод Deep Graph Infomax, максимизирующий взаимную информацию между локальными представлениями вершин и глобальным представлением графа в целом. Принципиальное преимущество нейросетевых архитектур — способность совместно учитывать топологическую структуру сети и атрибутивную информацию узлов, а также

переносить обученную модель на новые вершины без полного пересчёта кластерной структуры, что особенно ценно при работе с динамически изменяющимися графами. К числу недостатков относятся требования к вычислительным ресурсам на этапе обучения и настройка гиперпараметров модели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работа фиксирует последовательную и содержательную эволюцию инструментария кластеризации графовых данных на протяжении двух последних десятилетий: от концептуально прозрачных, но вычислительно тяжёлых иерархических. Выбор метода для конкретной прикладной задачи определяется исходя из трёх факторов: масштаба анализируемого графа, требуемой точности разбиения и доступных вычислительных ресурсов.

При необходимости оперативного анализа крупномасштабных статических сетей, не несущих атрибутивной нагрузки, алгоритм Лувена — и в особенности его модификация Лейден — сохраняет положение практического эталона благодаря скорости и качества разбиения. В задачах, требующих учёта содержательных признаков вершин или работы с динамически обновляемыми данными, применение графовых нейронных сетей представляется наиболее перспективным направлением. Дальнейшее развитие области, по всей видимости, будет ориентировано на создание гибридных подходов, сочетающих строгость оптимизационных критериев модулярности с нейросетевыми представлениями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Blondel V. D. [et al.]. Fast unfolding of communities in large networks // *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*. — 2008. — № 10. — P. 10008. — DOI: 10.1088/1742-5468/2008/10/P10008.
2. Pons P., Latapy M. Computing communities in large networks using random walks // *Computer and Information*

- Sciences — ISCIS 2005. — Springer, 2005. — P. 284–293. — DOI: 10.1007/11569596_31.
3. Von Luxburg U. A tutorial on spectral clustering // Statistics and Computing. — 2007. — Vol. 17, № 4. — P. 395–416. — DOI: 10.1007/s11222-007-9033-z.
 4. Kipf T. N., Welling M. Variational graph auto-encoders // NIPS Bayesian Deep Learning Workshop. — 2016. — URL: <https://arxiv.org/abs/1611.07308> (дата обращения: 15.04.2026).
 5. ГОСТ Р 7.0.100–2018. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. — Москва: Стандартинформ, 2018. — 124 с.
 6. Fortunato S. Community detection in graphs // Physics Reports. — 2010. — Vol. 486, № 3–5. — P. 75–174. — DOI: 10.1016/j.physrep.2009.11.002.

СЕКЦИЯ 5.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Работа секции 5 была организована Кафедрой информационной безопасности Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета. Заведующий Кафедрой информационной безопасности Ph. D. Богданов Е. А.

5.1 ИНФРАСТРУКТУРНЫЕ РИСКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИИ ЦИФРОВЫХ ПЛАТФОРМ

Ходова Елизавета Сергеевна,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 244088@edu.fa.ru

Рахматуллоева Сафия Хушназаровна,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 242142@edu.fa.ru

Научный руководитель:
Иванов Анатолий Викторович,
Доктор социологических наук, профессор Кафедры информационной безопасности, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, aivanov@fa.ru

Работа посвящена вопросам информационной безопасности предприятий в процессе импортозамещения цифровых платформ в рамках санкционного режима. Многие вендоры ушли с российского рынка, вследствие чего доступ к привычным сайтам, приложениям и программам стал ограничен для бизнеса и общества. С учётом данных обстоятельств предлагается технология оценки инфраструктурных рисков информационной безопасности предприятий при импортозамещении.

Ключевые слова: цифровая экономика, информационная безопасность, импортозамещение, инфраструктурные риски, отечественное ПО.

ВВЕДЕНИЕ

Государственное поощрение отечественного производства и развития компетенций общества в этой области быстро обеспечили рынок российскими аналогами программного обеспечения и оборудования. Но их внедрение и использование на предприятиях выявило ряд угроз: недостаточная зрелость отечественных решений, сложности интеграции, отсутствие навыков работы у сотрудников, риски нарушения бизнес-непрерывности. Таким образом, бизнес столкнулся с рисками защищенности ИТ-инфраструктуры. Их анализ и оценка необходимы для успешной цифровизации бизнеса отечественными средствами. Актуальность вызвана быстрыми темпами цифровизации при недостаточной готовности заменяемых систем. Объектом выступают процессы миграции на отечественные платформы, предметом — совокупность рисков ИБ. Цель работы: выявить и классифицировать эти риски, а также представить комплексную технологию их оценки в процессе импортозамещения на основе анализа отечественного рынка.

ИССЛЕДОВАНИЕ

1. Анализ текущего состояния рынка в части импортозамещения инфраструктурного программного обеспечения

В условиях санкционного давления и ухода зарубежных вен-

доров процесс импортозамещения в России приобрёл особую значимость в части инфраструктурного программного обеспечения (ПО). Согласно 22-му ежегодному исследованию ассоциации «РУССОФТ» (2025 г.) [1], совокупный оборот российских софтверных компаний по итогам 2024 г. достиг 2,459 трлн руб., увеличившись на 24%, при этом продажи на внутреннем рынке выросли на 28%. Также импорт ПО (по статистике Банка России) снизился в долларовом выражении с \$3,358 млрд до \$2,737 млрд, то есть на 18,5%. Одновременно с этим прирост продаж отечественного ПО на внутреннем рынке в рублевом выражении превысил 19%. Однако форсированный переход на российские решения (в сегментах ERP, СУБД, ОС и инфраструктурного ПО) формирует специфический ландшафт угроз информационной безопасности.

Можно выделить три ключевые группы рисков информационной безопасности (ИБ) при внедрении отечественных цифровых платформ. Первая группа — технологические риски, обусловленные функциональной незрелостью продуктов. По данным исследования российского разработчика ПО «BPMSoft» за 2025 г. [3], у 80% компаний крупного и среднего бизнеса возникли проблемы при переходе на российское ПО, а треть опрошенных отметила, что отечественные аналоги уступают зарубежным в стабильности и полноте функционала, что ведет к использованию нештатных интеграционных решений и росту уязвимостей «нулевого дня». Вторая группа — риски миграции и интеграции, связанные с высокой вероятностью потери целостности данных, нарушения конфиденциальности при конвертации форматов и временным снижением защиты при параллельной работе старого и нового контуров. Третью группу образуют кадровые и организационные риски, вызванные дефицитом специалистов, владеющих одновременно зарубежными и отечественными технологическими стеками. Это повышает вероятность ошибок в настройке безопасности, замедляет реагирование на инциденты и усложняет соблюдение законодательных требований. Согласно тому же исследованию

«BPMSoft», кадровой проблеме подвержены около 71% компаний.

Меры поддержки ИТ-отрасли, начавшиеся с 2020 г., направлены на создание комфортных условий для развития отечественных ИТ-инициатив. Стимулирование производства ПО через механизм госзакупок даёт российским поставщикам 15% ценовое преимущество при участии в тендерах, а включение в реестр российского и евразийского ПО (в составе которого уже 24 тыс. ПО) открывает доступ к налоговым льготам (3% — на прибыль; 7,6% — страховые взносы и продажа ПО из реестра без НДС) и упрощает закупочные процедуры [2]. Для ИТ-специалистов действует льготная ипотека и отсрочка от службы. Такие привилегии привели к росту количества продуктов в ущерб их качеству, что породило значительное число угроз ИБ. Национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства», запущенный в 2025 г., предполагает подготовку «кадров» для цифровой трансформации, а также господдержку доработок ИТ-решений под запросы заказчика, что минимизирует риски ИБ для бизнеса.

2. Оценка инфраструктурных рисков информационной безопасности предприятий при импортозамещении

В настоящее время идёт процесс формирования единой методики оценки рисков ИБ в процессе импортозамещения. На практике сформировался гибридный подход, интегрирующий государственные нормативные рекомендации и аналитические модели коммерческого сектора. Базовым нормативным документом выступают методические рекомендации Министерства экономического развития РФ, предписывающие организациям с государственным участием проводить анализ рисков перед заменой иностранного ПО. Эта методика предполагает классификацию угроз по степени критичности: риски для жизни и здоровья, риски остановки критических производственных процессов и риски некритичных сбоев. Организация самостоятельно оценивает потенциальный ущерб и сопоставляет затраты на внедрение отечественного решения со стоимостью

владения иностранным продуктом с учётом возможных потерь от его блокировки.

Нами предлагается технология оценки инфраструктурных рисков ИБ при импортозамещении, включающая следующую последовательность действий: инвентаризацию ИТ-инфраструктуры и выявление точек импортозависимости; составление реестра всех ИТ-активов (серверы, СУБД, ОС, сетевое оборудование, ПО защиты); классификацию активов по уровню критичности; определение функциональных аналогов среди отечественных решений; анализ угроз и уязвимостей новых решений; оценка совместимости и архитектурной целостности; оценку организационных и кадровых рисков; количественно — качественную оценку рисков.

Общая формула риска: $R=P \times I$

(R — уровень риска, P — вероятность реализации угрозы, I — потенциальный ущерб).

Аналитики Rubytch и СТРИМ Консалтинг в совместном исследовании ИТ-рисков [4] преобразуют качественные оценки угроз в финансовые показатели через расчет стоимости простоя критических систем. Предлагаемая формула: стоимость риска = время простоя × издержки в час × вероятность риска. Данная технология позволит оценить финансовые потери, но для более качественной оценки рисков важны следующие действия: проверка заменяющего ПО на наличие сертификатов ФСТЭК и ФСБ при их необходимости; обзор банка данных угроз ФСТЭК; проверка на проникновение и устойчивость новой системы; мониторинг инцидентов ИБ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ускоренное импортозамещение цифровых платформ провоцирует комплекс рисков ИБ, вызванных незрелостью технологий, интеграционными барьерами и кадровым дефицитом. Приведенные способы оценки рисков дают представление возможных потерь, что позволяет спланировать безопасный переход на российские ИТ-решения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Индустрия программного обеспечения в России: 22-е ежегодное исследование. Некоммерческое партнерство разработчиков программного обеспечения «РУССОФТ». — Санкт-Петербург, 2025. — 185 с.
2. Реестры Российского и евразийского ПО [Электронный ресурс], URL: <https://digital.gov.ru/activity/mery-podderzhki-it-otrasli/reestry-rossijskogo-i-evrazijskogo-po> (дата обращения: 10.04.2026)
3. Топ-5 проблем цифровизации [Электронный ресурс], URL: <https://habr.com/ru/companies/bpmsoft/articles/931640/> (дата обращения: 10.04.2026)
4. Управление рисками и финансовый аспект импортозамещения ИТ: результаты исследования [Электронный ресурс], URL: <https://rubytech.ru/press-center/news/upravlenie-riskami-i-finansovyy-aspekt-importozameshcheniya-it-rezultaty-issledovaniya/> (дата обращения: 10.04.2026)

5.2 ПРИМЕНЕНИЕ МЕТРИК В РАННЕМ ВЫЯВЛЕНИИ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Станкевич Елизавета Юрьевна,
Студент магистратуры, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 257089@edu.fa.ru

Научный руководитель:
Кузнецов Александр Васильевич,
Кандидат технических наук, доцент Кафедры информационной безопасности, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, AVaKuznetsov@fa.ru

В условиях цифровой трансформации предприятия все чаще сталкиваются с киберугрозами, что требует опережающего выявления таких угроз. Зачастую традиционные подходы к обеспечению информационной безопасности опираются на

усредненные статистические показатели, что снижает эффективность превентивных мер. По результатам анализа каталога SIAS, FIRST, CIS особое внимание в работе уделяется метрикам Mean Time to Detect и Mean Time to Recover, на основе которых предлагается классификационный подход. Научно обоснована целесообразность замены медианных значений на минимальные пороговые для критических инцидентов, которые позволяют точно оценить операционный потенциал систем мониторинга. Практическая значимость исследования заключается в разработке методических рекомендациях правил корреляций событий, что способствует сокращению операционных рисков и повышению общей киберустойчивости бизнес-процессов. Предложенный подход обеспечивает раннее выявление угроз информационной безопасности предприятий цифровой экономики.

Ключевые слова: критические инциденты, опережающее обнаружение, приоритезация показателей, операционная киберустойчивость, статистическая агрегация.

ВВЕДЕНИЕ

Цифровая трансформация экономики создает новые модели взаимодействия субъектов рынка, одновременно формируя поверхность для реализации киберугроз. Как отмечали в своих работах Е. А. Григорьев и М. С. Тимофеева, индикаторы цифровой трансформации напрямую коррелируют с показателями кибербезопасности, что в свою очередь требует интеграции метрик информационной безопасности в общую систему оценки и мониторинга цифровых предприятий [2]. В этих условиях критически важным становится применение метрик, которые характеризуются временем обнаружения инцидентов, поскольку именно они определяют возможность предотвращения ущерба от кибератак на ранних стадиях их развития.

Несмотря на существующее большое количество метрик, в том числе Security Incident Analysis System, предприятия цифровой экономики продолжают сталкиваться с проблемой из-

быточного сбора показателей без привязки к бизнес-ценности. Ключевой проблемой является отсутствие методологии, которая связывала бы метрики информационной безопасности с оценкой зрелости процессов и настройки систем мониторинга для раннего выявления угроз.

Цель работы — повысить эффективность раннего выявления угроз за счет внедрения классифицированного подхода к отбору метрик времени обнаружения Mean Time to Detect и времени восстановления Mean Time to Recover и перехода к использованию минимальных показателей вместо медианных значений.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Для оперативного раннего обнаружения инцидентов традиционные модели оценки рисков недостаточно эффективны, так как ориентированы на стратегическое планирование, а не на оперативный мониторинг. Кроме того, необходим переход к метрикам времени, которые позволяют измерять фактическую скорость реакции систем защиты и выявлять задержки в обнаружении атак.

На основе анализа каталога метрик атак SIAS предлагается трехуровневая классификация: превентивные, детективные и реактивные уровни. Важно отметить, что не все метрики равнозначны, так как для раннего выявления угроз приоритет должны получать детективные метрики, а именно в первую очередь — MTTD, поскольку именно сокращение времени между началом атаки и ее обнаружением создает возможность для предварительного реагирования. Здесь MTTR второстепенен так как отражает среднее время от обнаружения до устранения.

В практике отчетности по инцидентам ИБ широко используется медианное значение времени обнаружения $MTTD_{med}$. Однако в своей работе А. В. Кузнецов дополняет, что для распределения автоматизированных систем критически важно не только среднее, но и минимальное время обнаружения,

так как именно оно определяет потенциал системы для остановки атаки на ранней стадии.

Соответственно, рекомендация работы заключается в использовании двойного порога в отчетности и настройке SOC: целевого показателя — $MTTD_{min}$ для оценки потенциала раннего обнаружения и гарантированного показателя — $MTTD_{95}$ для оценки надежности в худших условиях.

При применении показателя $MTTD_{med}$ среднее значение реагирования может быть 4 часа, в то время как минимальное $MTTD_{min}$ — 15 минут, позволяя зафиксировать наилучший результат обнаружения. Данная разница колоссальна и может помочь предотвратить эксфильтрацию данных и возможность блокировки до нанесения ущерба. В это же время 95-й перцентиль $MTTD_{95}$ не будет эффективен для раннего выявления угроз, но будет полезен для оценки надежности и отражении 95% инцидентов, которые обнаружены быстрее этого значения.

Применение данного отбора метрик позволит сократить время настройки правил корреляции в SIEM, повысить точность прогнозной аналитики киберугроз и обосновать инвестиции в средства раннего выявления угроз.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования решена задача разработки классифицированного подхода к отбору метрик информационной безопасности для предприятий цифровой экономики. Кроме того, обосновано использование минимального времени обнаружения ($MTTD_{min}$) в качестве целевого показателя для критических инцидентов.

Результаты могут быть использованы при проектировании и аудите систем мониторинга информационной безопасности в предприятиях цифровой экономики, а также при формировании методик отчетности по киберустойчивости.

Новизна работы заключается в сочетании классификационного подхода к метрикам безопасности с приоритизацией на

минимальных значениях времени обнаружения для критических инцидентов, что соответствует профилю 2.3.6.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Золотухина, М. А. Определение параметров скрытых угроз раннего обнаружения в информационных системах для задач машинного обучения / М. А. Золотухина, С. В. Зыков // *Computational Nanotechnology*. — 2023. — Т. 10, № 3. — С. 83–91 — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-parametrov-skrytyh-ugroz-rannego-obnaruzheniya-v-informatsionnyh-sistemah-dlya-zadach-mashinnogo-obucheniya> (дата обращения: 05.04.2026).
2. Индикаторы оценки цифровой трансформации экономики и их связь с показателями кибербезопасности / Е. А. Григорьев, М. С. Тимофеева // *Экономика и управление: проблемы, решения*. — 2023. — Т. 3, № 12 (144). — С. 88–101. — РИНЦ. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/indikatory-otsenki-tsifrovoy-transformatsii-ekonomiki> (дата обращения: 05.04.2026)
3. Инновационные подходы к оценке эффективности средств безопасности в условиях современных киберугроз / С. А. Морозов, Е. Д. Павлова // *Информатика: проблемы, методологии, технологии*. — 2024. — Т. 24, № 3. — С. 215–227. — РИНЦ. — URL: <https://informatics.cifra.science/archive/3-3-2024-july/10.60797/COMP.2024.3.1> (дата обращения: 05.04.2026)
4. Кузнецов, А. В. Методология реагирования на инциденты информационной безопасности в распределенных автоматизированных информационных системах / А. В. Кузнецов // *Вопросы кибербезопасности*. — 2025. — № 4 (62). — С. 65–72. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=82794576> (дата обращения: 05.04.2026)
5. Лапина, М. А. Анализ рисков информационной безопасности экономических информационных систем / М. А. Лапина, А. С. Медведев, Е. В. Соколова // *Информационная безопасность регионов*. — 2024. — № 1 (44). — С. 45–53. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-riskov-informatsionnoy>

- bezopasnosti-ekonomicheskikh-informatsionnyh-sistem (дата обращения: 05.04.2025)
6. Петров, А. С. Прогнозная аналитика киберугроз: метрики опережающего обнаружения атак на критическую инфраструктуру / А. С. Петров, Е. М. Волкова // Вопросы кибербезопасности. — 2026. — № 1 (55). — С. 12–24. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=75062646> (дата обращения: 07.04.2026)
 7. Применение методов машинного обучения для выявления аномалий в сетевом трафике / И. С. Новиков, А. К. Романов // Вестник компьютерных и информационных технологий. — 2024. — № 5. — С. 34–43. — РИНЦ. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-metodov-mashinnogo-obucheniya-dlya-vyyavleniya-anomaliy-v-setevom-trafike-1> (дата обращения: 07.04.2026)
 8. Тихонова, А. Д. Проблематика оценки рисков экономической безопасности в условиях цифровой экономики / А. Д. Тихонова, И. А. Сычёв // Скиф. Вопросы студенческой науки. — 2023. — № 4 (80). — С. 112–117. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problematika-otsenki-riskov-ekonomicheskoy-bezopasnosti-v-usloviyah-tsifrovoy-ekonomiki> (дата обращения: 09.04.2026)
 9. Эффективное обеспечение безопасности с помощью SIEM: метрики корреляции событий / В. Г. Орлов, Л. М. Белова // Информационные технологии и вычислительные системы. — 2023. — № 4. — С. 67–79. — РИНЦ. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnoe-obespechenie-bezopasnosti-s-pomoschyu-siem> (дата обращения: 09.04.2026)

5.3 ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОЗАДАЧНОЙ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ВРЕДОНОСНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Цыбульский Фёдор Павлович,
Студент бакалавриата, Полоцкий государственный универ-

ситет имени Евфросинии Полоцкой, Новополоцк, Республика Беларусь, f.p.tsybulskiy@students.psu.by

Научный руководитель:

Бурачёнок Ирина Брониславовна,

Кандидат технических наук, доцент, заведующий Кафедрой математики и компьютерной безопасности, Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Новополоцк, Республика Беларусь, irina.psu@psu.by

В работе рассмотрен новый подход к обнаружению вредоносного программного обеспечения (ВПО) на основе многозадачной нейросетевой модели, использующей в качестве входных данных эмбединги бинарных файлов, сформированные из статистических и структурных признаков. Предлагаемый подход имеет возможность за счет масштабирования набора данных, балансировки классов и использования дополнительных методов предобработки исходных данных повысить качество детектирования ВПО устойчивого к наиболее распространённым методам обфускации и упаковки кода. Построенная многозадачная модель на основе многослойного перцептрона (MLP) позволяет осуществить анализ бинарных файлов и автоматически обнаруживать скрытые статистические и структурные закономерности, характерные для вредоносного кода, без создания явных сигнатур файла. Приведены результаты экспериментальной оценки модели на репрезентативной выборке из 1000 образцов с соотношением 4:1 безопасных к вредоносным. Полученные данные подтверждают правильность выбранного набора параметров, включенных в вектор признаков и корректность построенной многозадачной архитектуры MLP.

Ключевые слова: информационная безопасность, вредоносное программное обеспечение, нейронная сеть, машинное обучение, эмбединг, детектирование, многозадачное обучение.

ВВЕДЕНИЕ

Рост сложности кибератак, переход к многоуровневым и высокотехнологичным операциям внедрения вредоносного года

остаётся одной из ключевых проблем информационной безопасности. Сегодня злоумышленники широко применяют различные методы маскировки вредоносного кода, совершенствуя техники полиморфизма, метаморфизма и обфускации, что существенно снижает эффективность традиционных сигнатурных (применяемых против известных вирусов) и эвристических (применяемых против угроз «Zero-day») методов обнаружения. Изменяя поведение и структуру ВПО, злоумышленник делает его неузнаваемым для классических антивирусов, так как программа перестает быть схожей с образцами из антивирусных баз. Однако обозначенную проблему можно решить с помощью создания нейросетевого детектора, устойчивого к наиболее распространённым методам обфускации и упаковки кода. Основная его задача — анализ бинарных файлов с целью автоматического обнаружения скрытых статистических и структурных закономерностей, характерных для вредоносного кода, без необходимости создания явных сигнатур.

Большинство научных работ в исследуемой области чаще всего сводят к вопросам построения архитектур классификаторов. В рассматриваемом подходе, основной акцент делается на разработку и оценку метода представления бинарных файлов, как наиболее значимого компонента системы.

Рассмотрим задачу обнаружения ВПО как задачу бинарной классификации, где объектом классификации выступает файл или процесс. Объект классификации представляется в виде вектора признаков $x \in \mathbb{I}^n$, где $\mathbb{I}^n$ — множество всех векторов длины n , каждый элемент которых является вещественным числом. Результатом классификации является присвоение объекту метки класса, определяющей его принадлежность к соответствующему типу программного обеспечения. Самой простой распространённой системой меток является $y \in \{0, 1\}$, где 0 — безопасный, а 1 — вредоносный. В этом случае от нейронной модели требуется построить оценку вероятности принадлежности объекта к классу ВПО.

Из анализа источников выявлено, что построение эффек-

тивной модели определяется тремя фундаментальными составляющими [1]:

1) методом представления входных данных, описывающим каким образом содержимое бинарного файла отображается в пространстве признаков;

2) архитектурой классификатора, реализующей преобразование вектора признаков в итоговый вердикт и алгоритма нахождения оптимальных параметров модели;

3) системой метрик и процедурой валидации, используемой для оценки обобщающей способности модели.

На данный момент существует три подхода к анализу ВПО, которые включают статистический, динамический и гибридный подход [2]. Последний позволяет формировать плотные числовые векторы токенов (эмбедингов), которые отражают семантическую суть данных. Это обеспечивает эффективную обработку данных и позволяет измерить сходство между файлами, группируя семантически близкие по смыслу или содержанию в многомерном векторном пространстве [3].

В процессе проектирования разрабатываемой системы обнаружения ВПО возникла необходимость в универсальном способе представления содержимого файлов в виде числовых признаков, пригодных для последующей обработки методами машинного обучения. Такое преобразование использовалось как вход для алгоритмов классификации, кластеризации и поиска аномалий.

Для формирования набора компонент конечного эмбединга использовались параметры: нормированная гистограмма байтов, нормированная гистограмма пар соседних байтов, глобальные скалярные статистики распределения байтов, квантильные характеристики распределения байтов, доля нулевых байтов и доля «печатных» ASCII символов и значения первых восьми байтов файла. Итоговый вектор представляет собой конкатенацию всех этих компонент. Он подается на вход нейросетевой модели.

Сформированный вектор признаков представлен ниже:

$$f = [p, q, \ln N, \mu, \sigma, H, v_{10}, v_{25}, v_{50}, v_{75}, v_{90}, zeroRatio, b_1, \dots, b_8] \quad (1)$$

где p — массив относительных частот;

q — квантильные характеристики распределения байтов

$q = \{10, 25, 50, 75, 90\}$;

$\ln N$ — логарифм размера файла; μ — среднее значение байта;

σ — стандартное отклонение, описывающее общий уровень и степень разброса значений байтов по всему файлу;

H — мера «случайности» величины или Энтропия Шеннона дискретного распределения байтов (высокая степень энтропии указывает на равномерное распределение байтов, она характерна для зашифрованных или сжатых данных);

$v_{10}, v_{25}, v_{50}, v_{75}, v_{90}$ — значения байта, соответствующие 10, 25, 50, 75 и 90 квантилям распределения;

$zeroRatio$ — доля нулевых байтов — параметр, который показывает, насколько заполнен файл;

$b_1, \dots, b_8$ — последовательность байтов.

Следует отметить, что первые 8 байт файла, так как в них, чаще всего, находится сигнатура файла, которая очень важна при процедуре обучения, дают ключевую информацию о файле.

Разработанная нейросетевая модель решает задачу статической классификации файлов по их векторным представлениям, полученным из бинарного представления классифицируемого объекта. Для модели были определены два вида меток: бинарная метка вредоносности и тип угрозы. Бинарная метка вредоносности формируется как $y^{(v)} \in \{0, 1\}$, где 1 — файл вредоносный, 0 — безопасный. Метка типа угрозы формируется как $y^{(t)} \in \{0, 1, \dots, K_t - 1\}$, где K_t — число уникальных типов угроз в обучающей выборке.

Перед подачей на вход в нейронную модель конечного вектора, все признаки нормализуются по компонентам. Для обучающей матрицы эмбедингов вычисляются μ , σ и нормализованный вектор $\tilde{x}$, при общем количестве байтов в файле N и $i \in \{1, \dots, N\}$ по формулам соответственно:

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i, \quad \sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}, \quad \tilde{x} = \frac{x - \mu}{\sigma}.$$

Полученные значения параметров подаются на вход в построенную модель. Архитектурно модель представляет собой многослойный перцептрон (MLP). Такая архитектура заставляет модель выделять из данных наиболее значимые абстракции. В ней используется пакетная нормализация и после нормализации применяется нелинейность ReLU. Затем в общей части включён механизм Dropout с вероятностью 0.2. После Dropout следует ещё один полносвязный слой, уменьшающий размерность вдвое, и повторная ReLU. Далее происходит разветвление сети на две «головы», каждая из которых соответствует своей метке классов. Первая «голова» отвечает за бинарную классификацию вредоносности, а вторая определяет тип угрозы.

Обучение модели осуществляется на размеченной выборке эмбедингов. Для каждой задачи используется своя функция потерь, после чего они суммируются в общую целевую функцию. Для бинарной задачи применяется бинарная кросс-энтропия в реализации библиотеки python «torch», а именно функция BCEWithLogitsLoss.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный подход к обнаружению и классификации ВПО, основан на построении многозадачной нейросетевой модели с применением эмбедингов бинарных файлов, сформированных из различных статистических параметров и структурных признаков. Построение многозадачной архитектуры MLP с общей базой, разделенной на две ветви, позволила одновременно решать задачи бинарной классификации и определять типы угроз.

Экспериментальная оценка созданной модели на репрезентативной выборке из 1000 образцов (из которых 800 безопасных и 200 вредоносных) позволила получить для бинарной задачи: accuracy — 84,4%, precision — 83,1%, recall — 85,0% и F1-меры

84,0%. Полученные итоговые значения подтверждают правильность выбора набора параметров, включенных в вектор признаков и корректность построенной многозадачной архитектуры MLP. Предлагаемый подход позволяет за счет масштабирования набора данных, балансировки классов и использования дополнительных методов предобработки исходных данных повысить качество детектирования ВПО, устойчивого к наиболее распространенным методам обфускации и упаковки кода. По результатам проведенных экспериментов можно сделать вывод о том, что построенная модель успешно решает задачу бинарного распознавания ВПО.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Arp, Daniel и др. Dos and Don'ts of Machine Learning in Computer Security. / Daniel Arp, Erwin Quiring, Feargus Pendlebury, Alexander Warnecke, Fabio Pierazzi, Christian Wressnegger, Lorenzo Cavallaro, Konrad Rieck [Электронный ресурс], URL: https://www.usenix.org/system/files/sec22summer_arp.pdf (дата обращения: 13.03.2026)
2. Стародубов, М.И. и др. Методы интеллектуального анализа в задаче обнаружения программ-вымогателей. / М. И. Стародубов, А. Е. Боршевников, И. Л. Артемьева // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», № 9. — 2024 [Электронный ресурс], URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-intellektualnogo-analiza-v-zadache-obnaruzheniya-programm-vymogateley/viewer> (дата обращения: 13.03.2026).
3. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение / пер. с англ. А. А. Слинкина. 2-е изд., испр. — М.: ДМК Пресс, 2018. — 652 с.

СЕКЦИЯ 6.

БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА: УПРАВЛЕНИЕ БОЛЬШИМИ СИСТЕМАМИ НА ОСНОВЕ ИТ

Работа секции 6 была организована Кафедрой бизнес-информатики Факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета. Заведующий Кафедрой бизнес-информатики доктор экономических наук Васильева Е. В.

6.1 РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ И ПОДБОР ПРОТОТИПОВ ВИРТУАЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА ДЛЯ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РАМКАХ ГЕЙМИФИКАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

Лут Мария Сергеевна,
*Аспирант, Кафедра бизнес-информатики, Донецкий государ-
ственный университет, Донецк, Россия, kf.bi.ufin@donnu.ru*

Научный руководитель:
Загорная Татьяна Олеговна,
*Доктор экономических наук, профессор, заведующий Кафедрой
бизнес-информатики, Донецкий государственный университет,
Донецк, Россия, t.zagornaya@donnu.ru*

Современный технологический прогресс не перестает поражать уникальностью инновационных решений, смелостью революционных идей, а также растущими возможностями че-

ловческого сознания. Уже сегодня повсеместно распространен интернет вещей и искусственный интеллект. Однако, концепт метавселенной также не менее необычаен, поскольку расширяет философию технологий и метакогниций. Важно не столько качество использования данной технологии, сколько важна широта ее распространения и скорость адаптации общества к ней. Так, особую актуальность на сегодня приобретают концепты геймификации образования с применением технологий метавселенной для изучения космического пространства и всех протекаемых в космосе процессов. Данная статья посвящена теоретическому анализу философии данной идеи, ее концепции, положительных сторон, возможностей будущего, а также современных прообразов будущего виртуального пространства.

Ключевые слова: астрономия, космос, метавселенная, мета-игра, астрономические исследования, геймификация образования, VR- и AR-технологии, виртуальное пространство, техно-революция.

Современная технологическая эволюция характеризуется резким и экспоненциальным ростом инновационных решений, позволяющих обществу найти новые пути своего физического, интеллектуального и духовного развития. Фундаментальное содержание и философское осмысление изменившихся под влиянием технологической революции социальных парадигм интерпретируют качественно новое понимание будущего для растущего поколения и всей планеты в целом. Далеко не каждый осознает свою ответственность и степень влияния на текущие общественно-хозяйственные процессы, протекаемые в государстве. На сегодня активно совершенствуется философия технологий, решающая глобальные вопросы о взаимодействии человека с цифровой культурой и очерчивающая границы человеческого, а также машинного сознания. Техно-аксиология, а также техно-этика являются наиболее значимыми направлениями философии технологий, поскольку определяют набор современных социальных ценностей и всех нравственных принципов, касающихся стратегического управления ин-

формацией. Особенным на сегодня в цифровой этике является вопрос значимости, актуальности и целесообразности концепции метавселенной. Под ней важно понимать искусственно созданное пространство, интегрирующее физический или реальный мир в виртуальный, игровой, с целью симуляции различных экономических процессов. Мета является актуальным инструментом в геймификации, позволяя цифровой среде стать наиболее комфортной и адаптивной. Геймификация образования эффективна своей гибкостью и высоким стимулированием к образовательной деятельности. Высокая вовлеченность обучающихся к виртуальной и дополненной реальности обусловлена взаимной интерактивностью, интероперабельностью, VR-атрибутикой, возможностью монетизации осуществляемых цифровых операций. Знаменитая шкала Кардашева свидетельствует об активном развитии человеческой цивилизации и о переходе на новейший путь космологического энергопотребления. Подобный процесс формирует необходимость в виртуальной симуляции разных процессов эволюции Вселенной. Геймификация образовательного процесса с применением виртуализации астрономических явлений позволят не просто глубоко детализировать особенности функционирования человеческой обители, они также могут поспособствовать получению ответов на философские вопросы возникновения Вселенной, ее эволюции, ее настоящего или ее будущего, места человека в макром мире, возможностей овладения теми или иными астрономическими технологиями. Иммерсивный опыт мета концепции позволит погрузиться в космическое путешествие, а также заложить концептуальный фундамент для разработки новых аппаратов.

Научный потенциал концепции современной метавселенной на высоком уровне, о чем свидетельствует большое количество научных и прикладных работ. К одной из выдающихся статей, отражающих роль виртуальных технологий в образовании и науке, важно отнести работу Шеки Е. Ф. [1]. Она утверждает, что текущий прогресс виртуального мира со временем захватит,

как можно больше отраслей человеческой жизнедеятельности, формируя все большее число цифровых экосистем. Подобная ситуация побуждает ведущих специалистов развивать новые научные дисциплины и осуществлять новые цифровые исследования. К примеру, сегодня широко распространены отрасли философии, права и социологии, раскрывающие этическую специфику новой технологии. Иное исследование направлено на построение модели образования 2.0 с применением технологии «метаверс» [2]. В исследовании заключено, что вопреки техническому потенциалу, все же невозможно полностью перейти на виртуальный образовательный уровень, однако, активное и долгосрочное подключение к отдельным ее функциям позволит найти уникальные педагогические методологии. Ранее исследователем были изучены экономические аспекты концепции метавселенной [3], а также рассмотрены принципы ее интеграции с искусственным интеллектом в рамках моделирования пользовательских персонажей мета-игры [4]. В результате этих двух исследований были сделаны выводы, что данная инновация стимулирует возникновение новых научных дисциплин, а также профессий, соответствующих всем функциям и свойствам мета.

Геймификация образования является концептом использования различных игровых механик в процессе получения новых знаний или освоения новых навыков. Ее интеграция с виртуальной вселенной свидетельствует о новом уровне когнитивной саморегуляции, а также саморефлексии, так как позволяет расширить методологию познания. К примеру, на сегодня очень актуальна персонализация обучения, в том числе адаптация игровых персонажей под все особенности мышления и поведения обучаемого. Существует перечень дисциплин, которые уже давно эффективно интегрированы с виртуальной реальностью. Это и экономика, и география, и медицина, однако, существует еще одна, не менее важная отрасль, нуждающаяся в виртуальном проектировании объектов своего предметного исследования. Астрономия продолжает поражать своими

глобальными открытиями, новейшими гипотезами и возрастающими парадоксами, отчего возникает острая необходимость в расширении ее исследовательского инструментария. Моделирование космических полетов, а также процессов, протекаемых во Вселенной необходимо для обнаружения необъяснимых явлений или разрешения некоторых противоречий, трудно поддающихся классической и давно устоявшейся интерпретации, поиска новых фундаментальных законов. Таким образом, создание симуляционного виртуального пространства с целью модернизации образовательного процесса в сфере астрономии, астрофизики и космологии эффективно для повышения вовлеченности обучаемых к материалу, проведения цифровых экспериментов, а также тестирований в режиме реального времени, адаптации к теоретическим и практическим исследованиям самых незаинтересованных учеников. Концептуальная модель предложенного виртуального пространства, отраженная на рисунке 1 содержит в себе перечень его компонентов, без которых невозможно идеологическое существование технологии. Виртуальными аватарами в мета-игре могут выступать, как различные космические объекты, так и сами исследователи в разных обликах, от сказочных персонажей до мета-астронавтов. Моделирование подобных игр без поиска прототипов невозможно, необходим поиск прообразов пользовательских персонажей, а также космологической атрибутики. Таковыми могут выступать открытые интернет-источники, регулярно публикующие видео-материалы, отражающие визуализацию процессов Вселенной. Отечественные и зарубежные космические агентства, такие как Роскосмос и NASA осуществляют моделирование формирования планет, звезд, галактик, туманностей, астероидов, а также различных космических процессов. К примеру, на сегодняшний день особенно актуальными остаются видеоролики с вращением нейтронной звезды, столкновением Млечного пути с Андромедой, поглощением черной дырой близкой звезды (спагеттификация), а также пульсацией квазара.

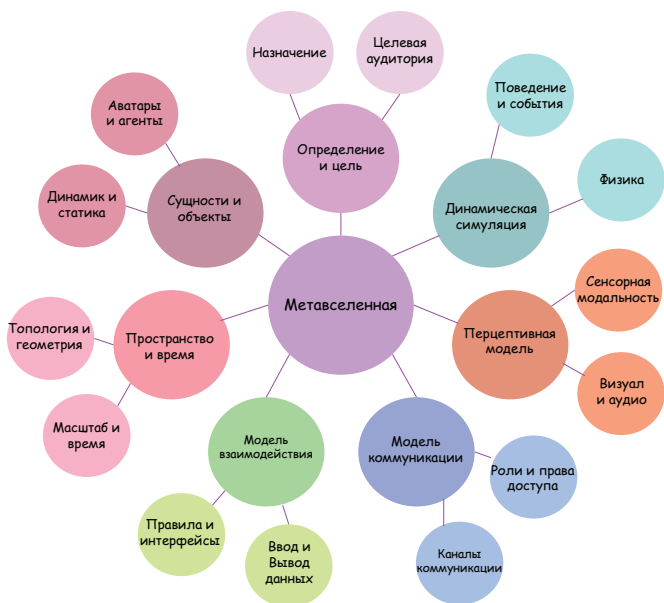


Рис. 1. Концептуальная модель метавселенной в рамках геймификации

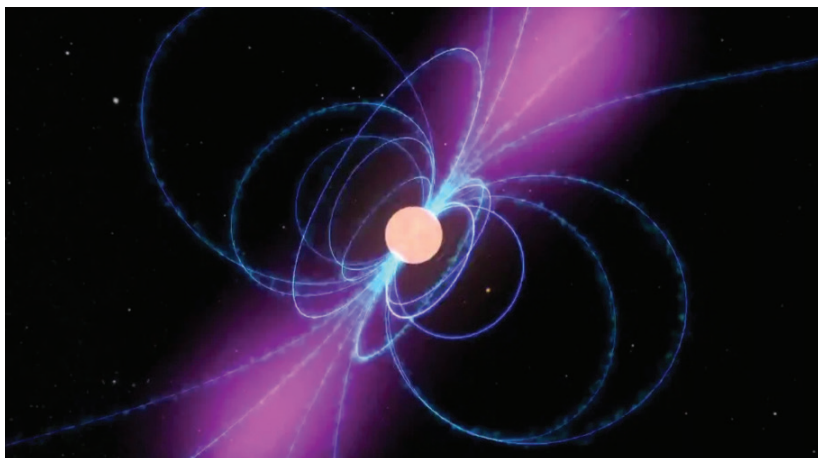


Рис. 2. Кадр вращения нейтронной звезды и испускания ее гамма-лучей от космического агентства NASA

На рисунке 2 представлен кадр вращения нейтронной звезды и испускания ее гамма-лучей, опубликованный космическим агентством NASA. Если подобная визуализация привлекает внимание не только самих ученых, но и просто любознательных школьников и студентов, не трудно представить, насколько будет увлекательна и познавательна виртуализация космических процессов в режиме реального времени. В заключение, необходимо отметить, что виртуализация космического пространства станет новой вехой в образовательном процессе и новой эпохой в развитии инновационных технологий, поскольку она меняет само восприятие Вселенной, а также расширяет философию познания.

ВЫВОД

Нами исследуется новый глобалистский тренд — создание метавселенных. Анализ философии данной идеи, ее концепции, положительных сторон, возможностей будущего, а также современных прообразов будущего виртуального пространства — в частности, показывает, что на сегодняшний день пока не создана (не опубликована) концептуальная модели и подбор прототипов виртуального пространства в рамках геймификации образования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шека Е. Ф. Метавселенная и виртуальные миры науки / Е. Ф. Шека // РЭНСИТ: Радиоэлектроника. Наносистемы. Информационные системы. — 2024. — Т. 16. — № 7. — С. 913–916.
2. Сороина Г. В. Метавселенная и проблемы современного образования / Г. В. Сороина, Гуров Ф. Н. // Вестник Московского университета. Педагогическое образование. — 2022. — № 3. — С. 9–23.
3. Лут М. С. Развитие современной метавселенной в цифровой экономической среде / М. С. Лут, А. В. Ткачева // Новое в экономической кибернетике: сборник научных трудов /

гл. редактор Т. О. Загорная. — Донецк: Издательство ДонГУ, 2024. — Вып. 4. — С. 52–62.

4. Лут М. С. Интеграция концептов метавселенной с инструментами искусственного интеллекта в рамках формирования внешнего вида пользовательских персонажей для геймификации античного футуризма / М. С. Лут, А. В. Ткачева // Инструменты проектного управления и анализа данных в системах поддержки принятия решений. Сборник материалов Международной конференции 16 апреля 2025 г. — ДонНТУ: Донецк, 2025. — С. 81–88.

6.2 ТРАНСФОРМАЦИЯ КОНТУРА УПРАВЛЕНИЯ КРУПНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ: ОТ ЖЕСТКИХ АЛГОРИТМОВ К АРХИТЕКТУРНО-СТАБИЛЬНЫМ ИИ-ОРКЕСТРАТОРАМ

Вольский Никита Андреевич,

Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 223493@fa.ru

Научный руководитель:

Кутейников Владимир Валентинович,

Старший преподаватель Кафедры бизнес-информатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, vvkutejnikov@fa.ru

В работе исследуется фундаментальный переход в парадигме управления крупными промышленными и экономическими системами: от жестко детерминированных алгоритмов к гибким архитектурно-стабильным ИИ-оркестраторам. Актуальность исследования обусловлена необходимостью обеспечения технологического суверенитета РФ и повышения адаптивности предприятий в условиях высокой неопределенности. Целью работы является концептуальное обоснование контура управления на базе агентного искусственного интеллекта в среде отечественного корпоративного ПО. В ходе исследования проведен анализ кибернетического наследия В. М. Глушкова, положений

стандарта ISO/IEC 42010 и ИТ-стратегии РФ до 2030 года. Результаты демонстрируют возможности сокращения циклов принятия решений и повышения устойчивости бизнес-архитектуры за счет контроля и мультиагентной оркестрации. Обоснована роль мастер-данных как фундамента доверенного ИИ.

Ключевые слова: контур управления, искусственный интеллект, ИИ-оркестратор, ISO/IEC 42010, российское ПО, цифровая трансформация, кибернетика, мастер-данные.

ВВЕДЕНИЕ

Кибернетические истоки и современный вызов

Современная теория управления крупными организационно-техническими системами находится в точке бифуркации, сопоставимой по значимости с периодом становления кибернетики в середине XX века. Фундаментальные идеи академика В. М. Глушкова, заложенные в основу Общегосударственной автоматизированной системы (ОГАС), предполагали создание технологии управления, где информационные потоки оптимизируются в реальном времени для достижения макроэкономической эффективности [1]. Глушков предвидел, что управление сложными объектами невозможно без автоматизации интеллектуальной деятельности управленца, однако технологические ограничения той эпохи вынуждали сводить управление к жестким алгоритмам и статичным моделям планирования.

В условиях современной России, перед которой стоит задача форсированного достижения цифрового суверенитета, зафиксированная в Стратегии развития ИТ-отрасли до 2030 года [4], наследие Глушкова обретает новое прочтение. Переход от «жестких» алгоритмов, фиксирующих бизнес-процессы в неизменном виде, к архитектурно-стабильным ИИ-оркестраторам является ответом на вызовы VUCA-среды. Искусственный интеллект сегодня выступает как активный агент управления, способный к автономному целеполаганию и координации ресурсов в рамках заданных архитектурных ограничений.

ИССЛЕДОВАНИЕ

1. Ограничения классической алгоритмической парадигмы

Традиционные системы управления предприятием (ERP), исторически развивавшиеся в рамках процессного подхода, опираются на детерминированную логику. Каждая бизнес-операция описывается как последовательность шагов, жестко закрепленная в программном коде. Такая «алгоритмическая ригидность» создает значительные риски. Во-первых, это низкая скорость адаптации: любое изменение внешней среды требует длительного цикла перепроектирования системы. Во-вторых, возникает проблема «информационного тромбоза», когда менеджеры высшего звена захлебываются в потоке отчетов, не имея возможности оперативно выделить критически важные аномалии.

Критический анализ показывает, что традиционные BPM-системы зачастую автоматизируют хаос, переводя неэффективные ручные процессы в цифровую форму без изменения их

Таблица 1. Сравнительная характеристика контуров управления

Характеристика	Жесткий алгоритмический контур	ИИ-оркестрируемый контур
Основа логики	Статическая блок-схема (If-Then)	Динамическое целеполагание
Реакция на сбои	Остановка процесса или вмешательство	Автономная перепланировка
Масштабируемость	Линейная (сложность кода)	Экспоненциальная (мультиагентность)
Роль данных	Пассивная регистрация фактов	Топливо для самообучения
Связность	Жесткие интеграционные швы	Семантические интерфейсы

сути. В эпоху агентного ИИ происходит переход к интеллектуальной оркестрации, где система не просто следует правилам «если — то», а оценивает вероятность достижения цели и самостоятельно выбирает оптимальный путь.

2. Архитектурная стабильность и стандарт ISO/IEC 42010

Чтобы интеллектуальный оркестратор не стал источником хаоса, его функционирование должно быть ограничено строгими архитектурными рамками. Стандарт ISO/IEC/IEEE 42010:2022 предлагает методологический фундамент, где архитектура — это фундаментальные концепции системы, воплощенные в ее элементах и принципах эволюции [2].

Центральным понятием выступает «Описание архитектуры» (AD), удовлетворяющее интересам стейкхолдеров. Использование точек зрения (viewpoints) позволяет разделить опасения участников. Например, точка зрения безопасности накладывает ограничения (guardrails) на действия агента, в то время как точка зрения эффективности требует минимизации времени обработки запроса. Архитектурная стабильность достигается за счет правил соответствия (correspondence rules), гарантирующих, что динамические изменения не противоречат базовым принципам системы.

3. Механизмы ИИ-оркестрации: агентность и синтетическая телеология

Переход к ИИ-оркестраторам знаменует сдвиг к «синтетической телеологии» — самостоятельному конструированию и ревизии целей в реальном времени. Агентный ИИ отличается наличием четырех столпов агентности:

1. **Интенциональность:** Способность строить планы для достижения целей через динамические деревья задач (task trees).
2. **Автономия:** Выполнение последовательностей действий без пошагового контроля. Оркестратор выступает в роли дирижера (conductor), распределяющего подзадачи.
3. **Адаптивность:** Изменение критериев успеха в ответ на обратную связь через механизмы саморефлексии (self-critique) и обучения с подкреплением (RL).

4. Социальность: Взаимодействие в мультиагентных экосистемах через общие графы знаний.

Исследования показывают, что организации, использующие такие процессы, достигают ускорения циклов принятия решений на 35% [3].

4. Российский контекст и роль мастер-данных (MDM)

Для отечественной промышленности центральным инструментом реализации новой парадигмы является российское ПО. Реализация на базе отечественных платформ требует системного подхода к подготовке данных. Эффективность оркестратора критически зависит от качества фундамента — мастер-данных. MDM обеспечивает семантическую чистоту НСИ, превращая ее в доверенный актив для обучения моделей. Без единого источника правды ИИ-агент будет оперировать противоречивой информацией, что ведет к архитектурной нестабильности [5].



Рис. 1. Взаимосвязь оркестрации данных НСИ в MDM

Трансформация контуров управления соответствует ИТ-стратегии РФ до 2030 года, устанавливающей приоритеты импортозамещения и безопасности. Использование связки отечественного ПО (Postgres Pro, Astra Linux и др.) позволяет избежать зависимости от западных провайдеров и защитить чувствительные корпоративные данные.

5. Человекоцентричный дизайн в эпоху автономных систем

Одной из сложных проблем перехода является изменение роли человека. Согласно принципам Human-Centered Design (HCD), ИИ должен предоставлять объяснимые результаты (Explainable AI), чтобы менеджер понимал логику перераспределения ресурсов. Система должна не просто сообщать о пробле-

ме, а предлагать варианты решений с оценкой рисков. Человек сохраняет роль супервизора, устанавливающего границы дозволенного. Такой подход повышает производительность на 28% и трансформирует ИИ в «цифрового коллегу».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Трансформация контура управления крупного предприятия — это переход от исполнения алгоритмов к преследованию целей. Опираясь на кибернетические идеи Глушкова и современные стандарты архитектурного описания, российские предприятия получают возможность построить устойчивые и гибкие системы на базе отечественного стека. Архитектурно-стабильные ИИ-оркестраторы связывают стратегические цели бизнеса с операционной реальностью, обеспечивая не только эффективность, но и технологическую независимость страны, где ИИ координирует сложность, а человек — ответственность за ценности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Глушков, В. М. Введение в АСУ / В. М. Глушков. — Киев: Техника, 1974. — 320 с.
2. ISO/IEC/IEEE 42010:2022. Software, systems and enterprise — Architecture description. — 2022.
3. Haidemariam, T. From the logic of coordination to goal-directed reasoning: the agentic turn in artificial intelligence [Электронный ресурс] / T. Haidemariam // *Frontiers in Artificial Intelligence*. — 2025. — Vol. 8. — Art. 1728738. — URL: <https://www.frontiersin.org/journals/artificial-intelligence/articles/10.3389/frai.2025.1728738/full> (дата обращения: 02.04.2026).
4. Проект стратегии развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации до 2030 года [Электронный ресурс]. — URL: https://www.tadviser.ru/images/f/f8/2019_strategy_9January.pdf (дата обращения: 02.04.2026).
5. Кузнецов, С. В. Управление мастер-данными в рамках итеративного подхода / С. В. Кузнецов, Д. В. Кознов // *Онтология*

проектирования. — 2021. — Т. 11, № 2 (40). — С. 170–184. — DOI: 10.18287/2223–9537–2021–11–2–170–184.

6.3 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОНЛАЙН-ПЕЧАТИ ДОКУМЕНТОВ В УНИВЕРСИТЕТСКОЙ СРЕДЕ

Сулайманов Кутман Мисирович,
Студент бакалавриата, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, gul_kyshtobaeva@kstu.kg

Научный руководитель:
Кыштобаева Гульбара Кадыровна,
Старший преподаватель Кафедры прикладной математики и информатики, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, gul_kyshtobaeva@kstu.kg

В данной работе рассматривается проблема автоматизации процесса печати документов в университетской среде. Существующая практика предполагает обращение студентов в коммерческие типографии вблизи учебных заведений, что сопряжено со значительными временными затратами, образованием очередей и зависимостью от режима работы сторонних организаций. В качестве решения предлагается система автоматизированной онлайн-печати на основе Telegram-бота как пользовательского интерфейса, бэкенда на Java Spring Boot и базы данных PostgreSQL, фронтенд административной панели реализован на AngularTS. Прототип MVP обеспечивает полный цикл обработки запроса от получения файла до выдачи распечатанного документа без участия оператора. Система масштабируется на несколько терминалов через единый серверный код. Проведён сравнительный анализ с коммерческими терминалами: стоимость собственного решения в 2 раза ниже при сопоставимом функционале и существенно большей гибкости адаптации.

Ключевые слова: автоматизированная печать, Telegram-бот, Java Spring Boot, Angular, цифровизация, документооборот, университет.

ВВЕДЕНИЕ

Цифровизация административных и образовательных процессов является одним из ключевых направлений развития современных университетов. Тем не менее, несмотря на широкое внедрение электронного документооборота, процесс физической печати документов во многих учебных заведениях, по-прежнему, остаётся полностью ручным. Студенты вынуждены обращаться в коммерческие типографии и точки копирования, расположенные вблизи корпусов.

Данная практика порождает ряд системных проблем: значительные очереди в часы пиковой нагрузки особенно в периоды сессий и сдачи отчётных документов, зависимость от режима работы и ценовой политики сторонних организаций, отсутствие контроля над конфиденциальностью и качеством печатаемых материалов со стороны учреждения. Таким образом, актуальность автоматизации данного процесса обусловлена как потребностями Студентов, так и интересами университета в части повышения операционной эффективности.

Целью настоящего исследования является разработка системы автоматизированной онлайн печати документов, обеспечивающей минимальное участие человека в процессе обработки и выдачи распечатанных материалов. Задачи включают: анализ существующих решений, проектирование архитектуры системы, разработку прототипа MVP, а также оценку экономической целесообразности в сравнении с готовыми коммерческими терминалами.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Анализ существующих решений

В ходе исследования изучены коммерческие терминалы для самостоятельной печати, представленные на платформах

Alibaba, Made-in-China и JD.com. Устройства данного класса поддерживают загрузку файлов через USB, мобильные приложения или QR-коды, обеспечивают выбор формата и количества копий, а также оснащены встроенными платёжными модулями. Стоимость базовых моделей варьируется от 2000 до 8000 USD; продвинутое решение с облачной интеграцией достигают 10000 USD.

Ключевым ограничением готовых терминалов является закрытое программное обеспечение, не позволяющее адаптировать систему под специфические бизнес-процессы конкретного учреждения. Именно данное ограничение стало определяющим аргументом в пользу разработки собственного решения.



Рис. 1. Очередь в коммерческой типографии вблизи университетов, Бишкек

Проектирование архитектуры

Обоснован выбор трёхуровневой клиент-серверной архитектуры. Пользовательский уровень реализован на основе Telegram-бота — мессенджера, широко распространённого среди студенческой аудитории. Серверный уровень построен на фреймворке Java Spring Boot, обеспечивающем обработку запросов на печать, управление очередью заданий и взаимо-

действие с принтерами по протоколам локальной сети. Для хранения данных о пользователях, файлах и статусах заданий выбрана реляционная СУБД PostgreSQL. Фронтенд административной панели разработан с использованием Angular.

Процесс печати организован следующим образом: пользователь загружает файл в чат Telegram-бота, выбирает параметры (формат, число копий, одно- или двусторонняя печать), система подсчитывает количество страниц, высчитывает общую сумму — количество страниц умножается за цену одной страницы, формирует QR код для оплаты, после принятия успешной оплаты, система формирует печать и направляет его на принтер. Весь цикл от приёма файла до готового документа происходит без оператора человека. Бизнес-процессы системы моделировались с применением инструментов Miro и YouGile, организация разработки велась по методологии Agile.

В итоге был собран и протестирован базовый MVP. В качестве сервера был использован домашний ноутбук и принтер от



Рис. 2. Показ готового прототипа на выставке в КГТУ им. И. Раззакова

образовательного учреждения. После чего был продемонстрирован на выставке и оценен членами комиссии.

Оценка стоимости решения

Сборка одного терминала на базе собственного ПО включает следующие компоненты: скоростной лазерный принтер 600–1 000 USD; мини-ПК для запуска серверной части 300–500 USD сенсорный дисплей для взаимодействия с пользователем 200–400 USD корпус и монтажные элементы 150–300 USD. Итоговая стоимость одного терминала составляет 1250–2200 USD, что в разы меньше похожих коммерческих решений.

Масштабируемость системы обеспечивается единым серверным кодом. После развёртывания на сервере все терминалы подключаются к нему по HTTP, а любые обновления программного обеспечения автоматически распространяются на все устройства без необходимости их индивидуального обслуживания и обновление с участием человеческого фактора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведённого исследования разработана система автоматизированной онлайн-печати документов в университетской среде, полностью исключая ручной труд сотрудников из цикла обработки запросов на печать. Применение Telegram-бота как пользовательского интерфейса позволило минимизировать порог входа для конечных пользователей, не требуя установки дополнительного ПО.

Трёхуровневая архитектура (Angular + Java Spring Boot + PostgreSQL) обеспечивает надёжность, масштабируемость и удобство сопровождения системы. Сравнительный анализ с коммерческими терминалами подтвердил экономическую целесообразность собственного решения: при стоимости в 2 раза ниже оно обеспечивает сопоставимый функционал и значительно большую гибкость адаптации к требованиям конкретного учреждения.

Перспективами дальнейшего развития системы являются: интеграция с университетской информационной системой,

добавление модуля оплаты, мониторинг расходных материалов в режиме реального времени, расширение поддерживаемых форматов файлов, сбор статистики и глубокого анализа. Данный прототип может быть в дальнейшем примером для других образовательных учреждений.

Важно отметить, что разработанная система не требует значительных капиталовложений на начальном этапе внедрения и может быть развёрнута на базе существующей ИТ-инфраструктуры университета. Модульная структура проекта позволяет поэтапно расширять функциональность без остановки работы уже действующих терминалов, что делает решение особенно привлекательным для учреждений с ограниченным бюджетом на цифровизацию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Соммервилл И. Инженерия программного обеспечения. 10-е изд. М.: Пирсон, 2015. 624 с.
2. Прессман Р. С., Максим Б. Р. Инженерия программного обеспечения: подход практикующего специалиста. 9-е изд. М.: МакГроу-Хилл, 2019. 976 с.
3. Фаулер М. Шаблоны архитектуры корпоративных приложений. М.: Аддисон-Весли, 2003. 560 с.
4. Уоллс К. Spring in Action. 6-е изд. М.: Manning, 2021. 520 с.
5. Лигуори А., Маркетти Е. Pro Angular 14. М.: Apress, 2022. 450 с.
6. PostgreSQL Global Development Group. Документация PostgreSQL [Электронный ресурс].
7. Хайсмит Дж. Гибкое управление проектами: создание инновационных продуктов. 2-е изд. М.: Аддисон-Весли, 2010. 336 с.
8. Шнайдерман Б., Плейсан К. Проектирование пользовательского интерфейса. 6-е изд. М.: Пирсон, 2017. 624 с.
9. Telegram Bot API [Электронный ресурс].
10. Alibaba Group. Коммерческие терминалы для самостоятельной печати [Электронный ресурс].

6.4 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В УПРАВЛЕНИИ БОЛЬШИМИ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ

Мухомедьяров Ренат,

Студент магистратуры, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 244270@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Кучмезов Хамзат Хакимович,

Кандидат экономических наук, доцент Кафедры бизнес-информатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, kkkuchmезov@fa.ru

В работе исследуются возможности и ограничения применения искусственного интеллекта в управлении большими организационными системами. Актуальность темы обусловлена нарастающей сложностью бизнес-среды, лавинообразным ростом данных и потребностью организаций принимать решения в условиях высокой неопределённости. Цель исследования — определить управленческий потенциал технологий ИИ и выявить ключевые условия их результативного внедрения в крупных организационных структурах. Показано, что ИИ позволяет анализировать большие массивы структурированной и неструктурированной информации, строить предиктивные модели, выявлять скрытые закономерности и поддерживать процессы стратегического планирования. Вместе с тем реализация потенциала ИИ требует качественных данных, зрелой ИТ-инфраструктуры, развития внутренних компетенций и сохранения человеческого контроля над значимыми решениями. Сделан вывод о том, что в больших организационных системах ИИ должен рассматриваться как инструмент интеллектуальной поддержки управления, а не как автономный субъект принятия решений.

Ключевые слова: искусственный интеллект, большие организационные системы, управленческие решения, бизнес-информатика, цифровая трансформация, анализ данных, ИТ-инфраструктура.

ВВЕДЕНИЕ

Стремительное развитие технологий искусственного интеллекта оказывает трансформирующее воздействие на практики корпоративного управления [2]. В условиях нарастания сложности и волатильности бизнес-среды традиционные управленческие подходы, основанные на линейном мышлении и интуитивном суждении, всё чаще демонстрируют свою не состоятельность. По данным опроса Ассоциации менеджеров, 39% крупных российских компаний уже используют ИИ в своей работе [10]. Исследовательский центр Gartner прогнозировал, что к 2025 году около 80% организаций будут активно применять ИИ в бизнес-процессах [3].

Для больших организационных систем данная тенденция имеет особое значение. Такие системы характеризуются многоуровневой структурой, большим числом взаимосвязанных процессов, территориальной распределённостью и высокой стоимостью управленческой ошибки. При этом формальная структура организации нередко не отражает реальных процессов принятия решений: уровни управления растут, зоны ответственности размываются, а издержки возрастают [5]. В таких условиях возрастает значение инструментов, способных анализировать разнородные данные, выявлять скрытые зависимости и поддерживать управленческий персонал при выработке решений.

В научных публикациях подчёркивается, что применение ИИ связано не только с автоматизацией отдельных функций, но и с изменением самого процесса подготовки управленческих решений [1]. Цель настоящих тезисов состоит в том, чтобы определить, какие возможности открывает использование искусственного интеллекта в управлении большими организационными системами и какие условия необходимо учитывать при его внедрении.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Большая организационная система представляет собой сложную структуру, объединяющую различные функциональные

подсистемы, уровни управления, информационные потоки и группы участников. Для подобных систем характерны высокая динамичность внешней среды и необходимость оперативно адаптировать управление к новым условиям. Именно поэтому традиционные методы анализа и планирования нередко оказываются недостаточными, особенно при работе с большими объёмами как структурированных, так и неструктурированных данных.

Одним из ключевых направлений применения ИИ в таких системах является поддержка управленческих решений. ИИ-алгоритмы способны анализировать колоссальные массивы данных, выявлять неочевидные закономерности, строить предиктивные модели и генерировать альтернативные сценарии развития событий [2]. В контексте корпоративного управления это означает обеспечение руководства необходимым объёмом и разнообразием информации с меньшими ресурсозатратами, быстрый анализ больших массивов данных, а также разработку достоверных сценариев последствий принимаемых решений [1].

Важным направлением является применение ИИ в стратегическом управлении. Интеллектуальные системы способны расширять объём организационных знаний, вовлекаемых в процесс выработки стратегии, и уменьшать влияние субъективных факторов и информационных перегрузок [7]. Кроме того, ИИ позволяет выявлять реальные связи между подразделениями, обнаруживать скрытые иерархии и центры влияния, а также дублирующиеся функции и ключевые показатели эффективности [5]. Это особенно важно для больших организационных систем, где решения принимаются не в рамках одного подразделения, а затрагивают множество внутренних и внешних участников.

Практическая значимость ИИ проявляется и в прикладных бизнес-процессах. В современной концепции управления бизнес-процессами (BPM) технологии ИИ применяются для прогнозирования спроса, анализа поведения клиентов, динамического ценообразования, управления рисками и выявления аномалий [10]. Исследования показывают, что успешное при-

менение ИИ охватывает маркетинг, производство, финансы и управление персоналом [3]. Фактически ИИ усиливает data-driven подход, при котором управленческие решения строятся на аналитически подтверждённых закономерностях, а не только на опыте отдельных менеджеров [6].

Вместе с тем внедрение ИИ в управление большими системами нельзя рассматривать как сугубо техническую задачу. Компании, активно применяющие ИИ и аналитику данных, демонстрируют более высокие показатели эффективности и конкурентоспособности — однако для достижения подобных результатов необходимы качественные данные, централизованные хранилища и интеграция с корпоративными системами [3]. Если данные разрознены, а цифровой контур организации не готов к интеграции, интеллектуальные решения оказываются либо неэффективными, либо слишком дорогостоящими в сопровождении [9].

Серьёзным ограничением остаётся проблема интерпретируемости алгоритмов. В ряде случаев ИИ способен выдавать точный результат, однако логика этого результата остаётся непрозрачной для руководителей. Исследования особо подчёркивают, что вопросы подотчётности, интерпретируемости и человеческого контроля становятся ключевыми условиями ответственного внедрения таких систем [2]. Недостаточная разработанность законодательства, регулирующего использование ИИ, отсутствие ясности в вопросах ответственности за принятие рискованных решений на основе алгоритмов — всё это существенно ограничивает масштабы применения технологий [1].

Кроме того, внедрение ИИ сопряжено с организационными барьерами. На практике компании сталкиваются с дефицитом компетенций, сопротивлением изменениям и неготовностью пересматривать устоявшиеся бизнес-процессы [9]. Переход к интеллектуальным технологиям предполагает развитие внутренней экспертизы в сфере ИИ, выстраивание коллаборативных практик взаимодействия человека и алгоритма [2]. Отсюда

следует, что результативность ИИ определяется не только качеством модели, но и зрелостью самой системы управления [8].

Особого внимания заслуживает вопрос распределения ответственности. Искусственный интеллект способен предлагать варианты решений, ранжировать альтернативы и указывать на вероятные последствия, однако ответственность за окончательный выбор не может быть полностью переложена на алгоритм [1]. Наиболее обоснованным в этой связи представляется подход, при котором ИИ выступает как интеллектуальная система поддержки, а не как автономный управленец [2; 7]. Такая позиция соответствует задачам бизнес-информатики, поскольку предполагает органичное сочетание технологического инструмента, данных и организационного контроля.

ВЫВОДЫ

Таким образом, использование искусственного интеллекта в управлении большими организационными системами открывает значительные возможности для повышения эффективности управления. ИИ способен ускорять обработку данных, улучшать качество аналитики, поддерживать прогнозирование, выявлять отклонения и снижать нагрузку на управленческий персонал [1; 2; 6]. Широкое распространение данных технологий — 39% крупных российских компаний уже применяют ИИ [10] — свидетельствует о его превращении в значимый инструмент цифровой трансформации организаций.

В то же время эффективность применения ИИ зависит от ряда условий: качества данных, готовности ИТ-инфраструктуры, интеграции с корпоративными системами, наличия подготовленных специалистов и сохранения человеческого контроля над ключевыми решениями [2; 3; 9]. Поэтому в больших организационных системах искусственный интеллект следует рассматривать прежде всего как средство интеллектуальной поддержки управления: наибольший эффект он даёт не при замещении управленца, а при усилении его аналитических возможностей [1; 7].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Зуб А. Т., Петрова К. С. Искусственный интеллект в корпоративном управлении: возможности и границы применения // SPA Journal. URL: <https://spajournal.ru/index.php/spa/article/download/150/124/264> (дата обращения: 05.04.2026).
2. Харсанов Э. Д. Роль инструментов ИИ в принятии управленческих решений // Вестник Евразийской науки. 2025. Т. 17. № 1. URL: <https://esj.today/PDF/81ECVN125.pdf> (дата обращения: 05.04.2026).
3. Кузьмин Е. А., Регир Н. Е., Денисевич Е. И. Применение искусственного интеллекта и больших данных для трансформации организации // Архив экономики. 2024. № 6. URL: <http://publishing-vak.ru/file/archive-economy-2024-6/b9-regir.pdf> (дата обращения: 05.04.2026).
4. Использование технологий искусственного интеллекта в управлении организации // КиберЛенинка. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-tehnologiy-iskusstvennogo-intellekta-v-upravlenii-organizatsii> (дата обращения: 05.04.2026).
5. Бовдур И. Как ИИ меняет организационную структуру: новые возможности для бизнеса и HR // TenChat. 2025. URL: <https://tenchat.ru/media/4122641-kak-ii-menyayet-organizatsionnuyu-strukturu-novyye-vozmozhnosti-dlya-biznesa-i-hr> (дата обращения: 05.04.2026).
6. Как искусственный интеллект помогает в принятии решений // Beeline Big Data. 2025. URL: <https://bigdata.beeline.ru/blog/articles/bolshie-dannye-i-prinyatie-reshenij-iskusstvennyj-intellekt> (дата обращения: 05.04.2026).
7. Устинова О. Е. Искусственный интеллект в менеджменте компаний // 1economic.ru. 2026. URL: <https://1economic.ru/lib/102145> (дата обращения: 05.04.2026).
8. Когда ИИ входит в бизнес: как меняется структура работы // РБК Компании. 2025. URL: <https://companies.rbc.ru/news/m1jP6zcdkR/kogda-ii-vhodit-v-biznes-kak-menyaetsya-struktura-raboty/> (дата обращения: 05.04.2026).

9. Искусственный интеллект в управлении: как внедрить, трудности // Secrets Тинькофф. 2024. URL: <https://secrets.tbank.ru/blogi-kompanii/ii-v-upravlenii/> (дата обращения: 05.04.2026).
10. Как использовать искусственный интеллект в менеджменте // Mango Office Journal. 2024. URL: <https://www.mango-office.ru/journal/newsletter/kak-ispolzovat-iskusstvennyy-intellekt-v-menedzhmente/> (дата обращения: 05.04.2026).

6.5 ПЕРСОНАЛЬНАЯ ВЕБ-ПЛАТФОРМА ВСТРОЕННЫХ КАРТОЧЕК ВНЕШНИХ ИСТОЧНИКОВ НА БАЗЕ MDX: МОДУЛЬ АГРЕГИРОВАНИЯ МЕТАДАННЫХ И ГРАНИЦА КЛИЕНТ-СЕРВЕР

Попов Александр Алексеевич,

Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 223504@edu.fa.ru.

Научный руководитель:

Колесников Андрей Викторович,

Доктор экономических наук, профессор Кафедры бизнес-информатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, avkolesnikov@fa.ru

Актуальность определяется повседневной работой целевой аудитории – Студентов, преподавателей и аналитиков, которые собирают подборки статей, регламентов и API-документации: при обычном Markdown метаданные с целевой страницы переносят вручную, а вставка карт и тяжёлых виджетов в тот же файл ломает предсказуемый SSR учебной или рабочей страницы. Цель — зафиксировать архитектуру и уже реализованный минимум персональной веб-платформы на MDX: карточка внешнего источника заполняется из Open Graph и JSON-LD через серверный HTTP-агент с кэшем, а интерактив редактора отделён от серверной сборки. Задачи — контракт JSON-API, приоритеты полей DTO, устойчивое поведение при сетевых сбоях. Итог — связка «редактор — сохранение — карточка» без ручного копирования заголовка и превью и без смешения сервер-

ного и клиентского графа модулей. Практический эффект для вуза — экономия времени на оформление ссылок в конспектах и хрестоматиях и прозрачный контур для согласования с ИБ; новизна — согласованное в одном решении разведение нормализации метаданных, версионизируемого API и границы SSR.

Ключевые слова: веб-платформа, MDX, метаданные, Open Graph, JSON-LD, SSR, карточка ссылки.

ВВЕДЕНИЕ

MDX даёт одному исходному файлу и переносимость Markdown, и выразительность JSX: карточка внешней страницы описывается компонентом с URL и подставляемыми полями заголовка, описания и превью, без ручной разметки вокруг каждой ссылки. Для читателя конспекта или методического материала это даёт единообразие оформления и меньше визуального шума по сравнению с голым списком URL.

Чтение HTML стороннего сайта из браузера упирается в same-origin; в проекте реализован серверный агент с парсингом ответа и отдачей нормализованного JSON в редактор. Модули с доступом к window и к DOM страницы (карты, сложные виджеты) не входят в серверный бандл и подгружаются на клиенте после гидратации — так сохраняется стабильный SSR первой выдачи и снимается класс ошибок «сервер вызвал браузерный API».

ИССЛЕДОВАНИЕ

Реализованный минимум включает окно MDX с предпросмотром, вставку URL статьи или API-документации, запрос к внутреннему endpoint извлечения метаданных с debounce, автозаполнение полей карточки по Open Graph и JSON-LD и резерв по тексту заголовка документа и метаописанию, если структурированных данных нет. Агент нормализует URL, ограничивает редиректы, объём тела и таймаут, проверяет URI изображения, маппит типы Schema.org на DTO с явным приоритетом при коллизии имён, кэширует ответ по ключу URL с TTL. В редакторе разделены подсказки для Markdown и для JSX; при обрыве сети файл

не ломается — остаётся URL и компактное отображение по домену.

Контракт API задаёт коды 200, 400, 404 и 502, JSON с полями DTO, каноническим URL, признаком источника данных и версией схемы — это упрощает регрессионные тесты и эволюцию без скрытых поломок клиента. Ограничены глубина парсинга и логирование; чувствительные query-параметры при необходимости маскируются. Для целевой аудитории вуза выигрыш прямой: меньше ручного труда на конспект и подборку источников, одинаковые правила внешнего HTTP и кэша — проще согласовать с подразделением ИБ и воспроизвести решение в другой группе без копирования «магических» настроек из интерфейса.

Проверяемость зафиксирована в коде: к контракту ответа привязаны автоматические проверки на HTML-фикстурах, поверх них — сквозной сценарий вставки URL в редакторе. При смене версии агента, парсера или HTTP-клиента преподаватель или сопровождающий получают быстрый сигнал о регрессе без ручного обхода всех карточек в материалах курса; состав зависимостей задаёт lockfile, что важно для клонирования репозитория в учебной среде.

Ограничение: статический разбор не подменяет headless-браузер — сайты, отдающие смысл только после клиентского JS, остаются вне гарантии полноты превью; предусмотрены лимиты частоты к домену и учёт robots.txt. В отличие от связки «Markdown-ссылка плюс отдельный плагин превью», здесь карточка и агрегация — одна осмысленная цепочка в MDX, что снижает риск рассинхрона между текстом и метаданными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сформулирован и реализован связный контур: MDX-редактор, серверный агент метаданных с кэшем и явной границей SSR, дающий целевой аудитории экономию времени и предсказуемое оформление внешних ссылок. Следующие шаги — расширение покрытия микроразметки, офлайн и политика кэша под нагрузку; накопленный опыт пригоден как эталон архитектуры для учебных внедрений и оценки совокупной стоимости владения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 7.0.100–2018. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. — М.: стандартинформ, 2019.
2. MDX: руководство по синтаксису и компиляции [Электронный ресурс]. — URL: <https://mdxjs.com/docs/> (дата обращения: 28.03.2026).
3. Open Graph protocol [Электронный ресурс]. — URL: <https://ogp.me/> (дата обращения: 28.03.2026).
4. JSON-LD 1.1 [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.w3.org/TR/json-ld11/> (дата обращения: 28.03.2026).
5. Micromark: модульный парсер разметки [Электронный ресурс]. — URL: <https://github.com/micromark/micromark> (дата обращения: 28.03.2026).
6. Schema.org [Электронный ресурс]. — URL: <https://schema.org/> (дата обращения: 28.03.2026).
7. MDXEditor [Электронный ресурс]. — URL: <https://mdxeditor.dev/> (дата обращения: 28.03.2026).
8. HTTP Semantics [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc9110> (дата обращения: 28.03.2026).
9. Fetch Living Standard [Электронный ресурс]. — URL: <https://fetch.spec.whatwg.org/> (дата обращения: 28.03.2026).
10. React: Server Components и границы клиента и сервера [Электронный ресурс]. — URL: <https://react.dev/reference/rsc/server-components> (дата обращения: 28.03.2026).

6.6 РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ОЦЕНКЕ РИСКОВ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВОГО РУБЛЯ

Трубицына Вера Сергеевна,
Студент магистратуры, Донецкий государственный универ-
ситет, Донецк, Россия, kf.bi.uin@donnu.ru
Научный руководитель:
Загорная Татьяна Олеговна,

Доктор экономических наук, профессор, заведующий Кафедрой бизнес-информатики, Донецкий государственный университет, Донецк, Россия, t.zagornaya@donnu.ru

Развитие и внедрение новых элементов в инфраструктуру национальной платежной системы позволяет расширить доступ к финансовым услугам, снижая долю оборота наличных расчетов, минимизируя издержки, связанные с эмиссией, обращением и хранением монет и банкнот, обеспечивая надежную защиту и сохранность денежных средств, повысить инвестиционный потенциал и снизить риски обесценивания валюты. Технологии машинного обучения используются в различных направлениях в финансовой сфере, однако, на мировом рынке отсутствует алгоритм, который позволит оценить риски внедрения цифрового рубля в инфраструктуру кредитной организации или компании. Учитывая, что развитие цифровой валюты Центральным банком Российской Федерации является одним из приоритетных направлений функционирования безналичных платежей, следовательно, разработка такого инструмента позволит минимизировать риски, снизить расходы и повысить эффективность управления предприятием, а также на основе предпочтений клиентов отслеживать и проводить рекламную кампанию использования новой валюты банка на основе схожести предпочтений с другими клиентами и повысить прибыльность кредитной организации за счет реализации программного обеспечения на основе машинного обучения.

Ключевые слова: цифровой рубль, платежные системы, машинное обучение, Anaconda Jupyter Notebook, метод RandomForest

ВВЕДЕНИЕ

Выбор той или иной платежной системы (ПС) потребителями платежных услуг в инфраструктуре национальной платежной системы Российской Федерации зависит от влияния множества факторов. В современном мире, где количество информации

постоянно растет, машинное обучение (ML) невероятно актуально. Оно позволяет машине самостоятельно выполнять различные задачи, составлять прогнозы без участия человека. Это сокращает время, уменьшает количество ошибок. С помощью ML возможно определять тенденции и закономерности, обрабатывать большие объемы данных.

Разработка инструмента ML в оценке рисков внедрения цифрового рубля позволит выйти за рамки стандартных моделей и анализировать гораздо больше факторов, включая поведение клиента, макроэкономические условия и другие непрямые признаки.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Для оценивания вероятности использования цифрового рубля (ЦР) у того или иного клиента будет использована онлайн-платформа Anaconda Jupyter Notebook. Используемые данные — это данные Центрального банка, которые включают информацию о клиентах, использующих ПС. Полученные данные о клиентах конвертируются в формат «.csv» и импортируются в Anaconda Jupyter Notebook, тем самым образуя «dataset» для дальнейшего анализа. Часть загруженной базы данных представлена на рисунке 1.

[73]: data

[73]:	ID client	Name	Sex	Age	Married	MIR	SBP	NDR	Sber	ZK	GB	UNISTRIM	HandyBank	TC	SPS	MPS	VTB	BEST	Sendy	CBCD	
0	1	Anatoliy	0	21	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
1	2	Vitaliy	0	42	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
2	3	Arkadiy	0	50	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1
3	4	Vitaliy	0	36	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	5	Alina	1	46	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
1495	1496	Egor	0	59	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1496	1497	Oleg	0	22	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
1497	1498	Nikolai	0	57	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1498	1499	Kirill	0	21	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
1499	1500	Alina	1	59	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

1500 rows × 20 columns

Рис. 1. База данных клиентов, использующих ПС
(авторская разработка)

База данных, используемая в разработке алгоритма и модели, содержит 1500 записей (клиентов) и 20 признаков: ID client — уникальный идентификатор клиента, Name — имя клиента, Sex — пол клиента, Age — возраст клиента, Married — наличие детей у клиента (1 — есть дети, 0 — нет детей), MIR — ПС Мир, SBP — Система быстрых платежей, NDR — ПС НРД, Sber — ПС Сбербанк, ZK — ПС Золотая Корона, GB — ПС ГАЗПРОМБАНК, UNISTRIM — Международная ПС ЮНИСТРИМ, HandyBank — ПС HandyBank, TC — ПС ТАМОЖЕННАЯ КАРТА, SPS — ПС Страховая платежная система, MPS — Мультисервисная платежная система, VTB — ПС ВТБ, BEST — ПС БЭСТ, Sendy — ПС Sendy, CBCD — Цифровой рубль. В случае использования клиентом той или иной ПС стоит отметка «1», иначе «0».

Для изучения и анализа данных, необходимо исключить данные, не влияющие на предсказания использования ЦР (ID client, Name). Во избежание переобучения модели будет использоваться метод RandomForest. Ансамблевый метод «Случайный лес» позволяет построить на основе выборки, взятой с заменой из обучающего набора. Внесение случайности в леса приводит к появлению деревьев решений с несколько разделенными ошибками предсказания. Взяв среднее значение этих прогнозов, можно избежать некоторых ошибок. Случайные леса позволяют уменьшить дисперсию за счет объединения разных деревьев, иногда за счет небольшого увеличения систематической ошибки. На практике уменьшение дисперсии часто бывает значительным, что приводит к получению в целом лучшей модели.

Полученные данные для дальнейшей разработки модели будут разделены на обучающие данные и тестируемые данные — 1005 и 495 записей соответственно (рис. 2 и 3).

Для выбора оптимальной глубины и количества деревьев обучим модель на обучающем наборе данных. Метод GridSearchCV позволит провести решетчатый поиск по заданным наборам гиперпараметров и оценить производительность модели для каждой комбинации.

	Sex	Age	Married	MIR	SBP	NDR	Sber	ZK	GB	UNISTRIM	HandyBank	TC	SPS	MPS	VTB	BEST	Sendy		CBCD
1116	0	35	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1116	1
1368	0	23	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1368	1
422	0	28	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	422	1
413	0	45	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	413	1
451	0	25	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	451	1
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
352	1	44	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	352	1
937	1	20	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	937	1
1295	0	57	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1295	1
1392	0	19	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1392	0
1300	0	41	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1300	0

495 rows × 17 columns

495 rows ×

Рис. 2. Обучающий набор данных (авторская разработка)

	Sex	Age	Married	MIR	SBP	NDR	Sber	ZK	GB	UNISTRIM	HandyBank	TC	SPS	MPS	VTB	BEST	Sendy		CBCD
591	0	30	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	591	0
664	1	55	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	664	1
195	1	35	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	195	1
1240	0	36	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1240	1
1048	1	41	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1048	1
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1130	0	54	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1130	1
1294	0	38	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1294	1
860	1	24	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	860	0
1459	1	50	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1459	1
1126	0	31	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1126	0

1005 rows × 17 columns

1005 rows ×

Рис. 3. Тестируемый набор данных (авторская разработка)

С учетом параметров оптимальной производительности модели (количество деревьев – 10, глубина деревьев – 5), обучим модель дерева решений на обучающем наборе данных.

Применив обученную модель на тестируемой выборке, получено следующее предсказание (рис. 4).

Рассчитанные метрики для модели случайного леса показывают, что при предсказании использования ЦР точность ассурасу равна 75,7% — довольно высокая. Точность precision для предсказания отказа от использования ЦР ниже, чем для использования цифрового рубля (4,2% и 98,4% соответствен-

	CBCD	Predicted CBCD
1116	1	1
1368	1	1
422	1	1
413	1	1
451	1	1
...	...	...
352	1	1
937	1	1
1295	1	1
1392	0	1
1300	0	1

495 rows × 2 columns

Рис. 4.

Предсказание обученной модели на тестируемой выборке (авторская разработка)

	CBCD	0	1
Predicted CBCD			
0	5	6	
1	114	370	

Рис. 5.

Матрица ошибок для модели случайного леса (авторская разработка)

тивность деятельности в финансовой сфере.

Использование алгоритма позволяет выявить значимые признаки влияния на отказ или использование цифрового рубля клиентами, а также — предсказать для каждого клиен-

но). В свою очередь, полнота recall меньше, чем в 2 раза, — отказ — 45,5%, использование — 76,5%.

Построенная матрица ошибок (рис. 5) свидетельствует о том, что разработанная модель чаще предсказывает использование ЦР в безналичном расчете, чем его отказ.

Применив метод к обучаемым данным, определились наиболее значимые признаки для определения возможности использования ЦР прошлых клиентов (рис. 6).

Наиболее значимым признаком является возраст клиента — чем больше возраст клиента, тем больше вероятность использования ЦР. Так же не мало важными признаками использования ЦР являются использование ПС Sendy, СБП и ПС UNISTRIM — если клиент использует данные ПС, тем выше вероятность использования ЦР.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение разработанной модели ML в деятельность организаций повысит эффективность использования входных, а также уже имеющих данных, ускорит процесс обработки информационных ресурсов и повысит эффек-

	features	feature_importances
1	Age	0.273495
16	Sendy	0.239733
4	SBP	0.095996
9	UNISTRIM	0.048028
10	HandyBank	0.042941
12	SPS	0.042193
7	ZK	0.038028
3	MIR	0.037361
8	GB	0.032895
13	MPS	0.029478
5	NDR	0.023006
6	Sber	0.021916
2	Married	0.017943
0	Sex	0.017314
15	BEST	0.017110
14	VTB	0.011323
11	TC	0.011240

Рис. 6. Вес признаков модели случайного леса (авторская разработка)

та возможность использования цифровой валюты Российской Федерации, что позволяет оценить необходимость разработки архитектуры и модулей для внедрения цифрового рубля в систему безналичных расчетов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Банк России // Цифровой рубль: текущий статус проекта (июнь 2025 года) [Электронный ресурс], URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/177415/digital_ruble_30062025.pdf (дата обращения 08.04.2026)
2. Банк России // Применение искусственного интеллекта на финансовом рынке. 2023 [Электронный ресурс], URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/156061/Consultation_Paper_03112023.pdf (дата обращения 08.04.2026).
3. Основы машинного обучения (machine learning) [Электронный ресурс], URL: <https://skillbox.ru/media/code/kak-ustroeno-mashinnoe-obuchenie-zadachi-algoritmy-i-vidy-machine-learning/> (дата обращения 08.04.2026)
4. Итоги работы Банка России за 2023 год: коротко о главном [Электронный ресурс], URL: <https://clck.ru/3SAvo4> (дата обращения 08.04.2026)

6.7 О ВНЕДРЕНИИ МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ В СИСТЕМУ ВЕДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИНЦИДЕНТОВ

Корнеев Ярослав Ильич,
Студент магистратуры, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 244490@edu.fa.ru

Научный руководитель:
Алмазов Антон Александрович,
доцент Кафедры бизнес-информатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, AAAlmazov@fa.ru

Представляется исследование частного вопроса модернизации системы ведения технологических инцидентов в банков-

ской сфере. Актуальность работы обусловлена необходимостью модернизации системы ведения технологических инцидентов, которая в настоящее время реализована на монолитной архитектуре (Django) и не соответствует требованиям масштабируемости, отказоустойчивости и скорости изменений, предъявляемым к критическим ИТ-сервисам банка. Цель исследования — разработка и обоснование архитектурного решения и методики перехода от монолита к микросервисной архитектуре с сохранением единого пользовательского интерфейса через GraphQL-шлюз. В результате проведённого анализа выявлены ограничения текущей системы, выполнена декомпозиция на функциональные микросервисы (авторизация, события, инциденты, SLA, уведомления, отчётность, интеграции), предложена архитектура с API Gateway на основе GraphQL, асинхронным взаимодействием через Kafka и паттернами SAGA и Event Driven. Разработана методика поэтапной миграции по паттерну Strangler Fig. Оценка эффективности показала улучшение доступности, снижение времени отклика и возможность независимого масштабирования сервисов.

Ключевые слова: технологический инцидент, микросервисная архитектура, монолит, миграция, API Gateway, GraphQL, Kafka, SAGA, DDD, ПАО Сбербанк.

ВВЕДЕНИЕ

Современный этап развития информационных технологий в крупных финансовых организациях характеризуется переходом от монолитных архитектур к микросервисным. Система ведения технологических инцидентов, критически важна для обеспечения надёжности всех сервисов банка, до сих пор остаётся монолитом на Django. Эта система обрабатывает десятки тысяч инцидентов в сутки, и любой сбой в ней может привести к потере информации о реальных проблемах в платёжных сервисах. Проблема заключается в том, что монолитная архитектура не позволяет изолировать отказы, независимо масштабировать отдельные функции (регистрацию, уведомления,

отчётность) и быстро внедрять изменения. Цель данной работы — разработать архитектурное решение и методику перехода от монолита к микросервисам с использованием GraphQL-шлюза `common_api`, обеспечивающего единый интерфейс для пользователей, и предложить практические рекомендации для внедрения в ПАО Сбербанк.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Изучены теоретические основы управления технологическими инцидентами в соответствии с ITIL: жизненный цикл инцидента (от регистрации до закрытия), классификация по критичности и источникам, роль соглашений об уровне услуг (SLA). Рассмотрена эволюция архитектур — от классического монолита к микросервисам, где каждый сервис отвечает за одну бизнес-способность, имеет собственное хранилище данных и независимо развёртывается. Проанализированы API-шлюзы и GraphQL как интеграционная шина: GraphQL позволяет клиенту запрашивать именно те данные, которые ему нужны, и агрегировать ответы от множества сервисов за один запрос, что идеально подходит для единого интерфейса системы инцидентов. Выявлено, что в зарубежной и российской литературе недостаточно проработана именно миграция ITSM-систем на микросервисы в условиях регуляторных требований финансового сектора.

Проведен детальный анализ существующего Django-монолита. Система включает модули управления событиями, SLA, уведомлений, отчётности, интеграции с JIRA и другими внешними системами. Все модули используют общую базу данных PostgreSQL, что создаёт конкуренцию за ресурсы и единую точку отказа. Выявлены проблемы: низкая масштабируемость, отсутствие изоляции отказов (например, сбой в модуле уведомлений блокирует регистрацию инцидентов), длительные циклы релизов. Сравнительный анализ монолитной и микросервисной архитектур по девяти критериям (масштабируемость, отказоустойчивость, производительность, скорость изменений,

сложность, стоимость владения, соответствие корпоративной стратегии, управляемость данными, наблюдаемость) показал, что для масштаба банка микросервисы предпочтительны, несмотря на привносимую сложность распределённых транзакций.

С использованием предметно-ориентированного проектирования (DDD) выполнена декомпозиция монолита на следующие микросервисы: сервис авторизации (управление пользователями, ролями, JWT), сервис событий (централизованное логирование и аудит через Elasticsearch), сервис единого API (API Gateway на GraphQL — единая точка входа), сервис управления инцидентами (жизненный цикл инцидента), сервис SLA (расчёт и контроль уровней обслуживания), сервис уведомлений (email, мессенджер), сервис отчётности (витрины данных, аналитика), сервис интеграций (адаптеры к JIRA, системам мониторинга, Jenkins). Взаимодействие сервисов построено на асинхронной событийной шине Kafka (паттерн Event Driven) с применением хореографической SAGA для распределённых транзакций. Сформулированы функциональные и нефункциональные требования к целевой системе, включая доступность 99,99%, время отклика регистрации инцидента менее 200 мс для 95% запросов, поддержку пиковой нагрузки 5000 инцидентов в минуту.

Также разработана архитектура микросервисов 2.0. сервис единого API реализован на FastAPI с использованием GraphQL. Он выполняет аутентификацию по JWT, валидацию запросов, агрегацию ответов от бизнес-сервисов, версионирование API и генерацию OpenAPI-документации. Для синхронных вызовов между сервисами используется REST с паттернами устойчивости (circuit breaker, retry), реализованными через сервис-меш Platform V Synapse. Асинхронные события передаются через Kafka с гарантией доставки at-least-once; для идемпотентности обработки в сервисах используется deduplication по идентификатору события.

Предложена методика миграции по паттерну Strangler Fig (обвивающая лиана). Первым этапом разворачивается Common

API, который проксирует все запросы к старому монолиту. Затем последовательно вырезаются микросервисы: сначала сервис уведомлений (как наименее критичный), затем сервис авторизации, потом сервис инцидентов и SLA, в последнюю очередь — сервис отчётности и интеграций. На каждом этапе трафик постепенно переключается на новый сервис с помощью feature flags и canary-релизов. Данные синхронизируются через двустороннюю запись (dual-write) и бэксенд-миграцию исторических данных. Предусмотрен план отката на каждом этапе.

Реализован прототип Common API и двух микросервисов (инцидентов и уведомлений) на FastAPI с использованием Docker и Kubernetes, а также единый интерфейс с использованием NextJS. Проведено нагрузочное тестирование в среде, аналогичной продуктивной. Результаты: при нагрузке 1000 инцидентов в минуту монолит показывал p95 latency 2,1 секунды, микросервисы — 1,2 секунды. При увеличении нагрузки до 5000 инцидентов в минуту монолит падал (ошибки 503), микросервисы масштабировались автоматически (увеличилось количество реплик сервиса инцидентов с 2 до 10) и сохраняли p95 latency около 1,8 секунды. Доступность микросервисной системы оценена в 99,99% против 99,9% у монолита за счёт изоляции отказов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы достигнута поставленная цель: разработано и обосновано архитектурное решение перехода системы ведения технологических инцидентов в банковской сфере с монолитной архитектуры на микросервисную с использованием GraphQL-шлюза. Решены все задачи исследования: изучены теоретические основы, проанализированы ограничения текущего монолита, выполнена декомпозиция на микросервисы с применением DDD, разработана архитектура с API Gateway, событийной шиной Kafka и паттернами SAGA/Event Driven, предложена методика поэтапной миграции, проведена оценка эффективности,

доказавшая улучшение ключевых показателей. Научная новизна заключается в разработке методики миграции ITSM-системы в условиях жёстких регуляторных требований финансового сектора с интеграцией GraphQL и событийно-ориентированной архитектуры. Практическая значимость состоит в том, что предложенные решения могут быть непосредственно внедрены в конкретной организации и тиражированы на другие монолитные системы. Рекомендуются начать миграцию с сервиса уведомлений в ближайший квартал с последующим полным переходом в течение шести месяцев.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ньюмен С. Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems. — 2nd ed. — O'Reilly Media, 2021. — 615 с. — ISBN 978–1492034025. (Монография, посвящённая принципам проектирования микросервисной архитектуры, стратегиям миграции монолитов и паттернам распределённых систем.)
2. Фаулер М., Льюис Дж. Микросервисы: описание архитектурного стиля // MartinFowler.com. — 2014. — URL: <https://martinfowler.com/articles/microservices.html> (дата обращения: 10.03.2025). — Текст: электронный. (Классическая статья, заложившая основы современного понимания микросервисной архитектуры.)
3. Axelos. ITIL Foundation: ITIL 4 Edition. — The Stationery Office, 2019. — 280 с. — ISBN 978–0113316076. (Официальное руководство по библиотеке ITIL 4, содержащее практики управления инцидентами, SLA и непрерывностью ИТ-услуг.)
4. Библиотека GraphQL. Документация и спецификация. — URL: <https://graphql.org/learn/> (дата обращения: 15.03.2025). — Текст: электронный. (Официальная спецификация языка запросов GraphQL, описание схем, резолверов и принципов работы API Gateway.)
5. Apache Kafka. Документация. — URL: <https://kafka.apache.org/documentation/> (дата обращения: 20.03.2025). — Текст: электронный. (Техническая документация по распределён-

- ной потоковой платформе Kafka, используемой для асинхронного обмена событиями между микросервисами.)
6. Меньшов К. В. Технологическая трансформация ПАО Сбербанк: доклад на Уральском форуме «Кибербезопасность в финансах» (Екатеринбург, февраль 2025 г.). — Текст: устный. — (Публичное выступление руководителя блока «Технологии» Сбербанка, в котором раскрыты стратегические ориентиры перехода на микросервисы и платформу Platform V.)

6.8 УПРАВЛЕНИЕ БОЛЬШИМИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ НА ОСНОВЕ ПРОЦЕССНОЙ МОДЕЛИ ITSM: МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ, ПРАКТИЧЕСКАЯ ИМПЛЕМЕНТАЦИЯ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

Исмаков Ахмед Арсланбиевич,
Студент магистратуры, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 2510089@edu.fa.ru

Научный руководитель:
Бадина Анна Викторовна,
Кандидат экономических наук, доцент Кафедры бизнес-информатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, avbadina@fa.ru

Представляется исследование актуальных подходов к управлению крупными организационно-техническими комплексами на базе современных информационных технологий. Речь идет о реализации методологических принципов ITSM (IT Service Management) в условиях гетерогенной ИТ-инфраструктуры крупного предприятия или государственной структуры. При переходе от классического системного администрирования к сервисной модели управления неизбежно возникает проблема комплексной обработки инцидентов, запросов на обслуживание и управления изменениями, циркулирующих в контуре корпоративных информационных систем.

Формируется масштабный поток данных о состоянии объектов инфраструктуры и управления, который требует не только оперативного реагирования, но и стратегической аналитики для предотвращения деградации сервисов. В работе обосновывается, что внедрение единой конфигурационной базы данных и выстроенных процессов управления мощностями позволяет заметно улучшить такие показатели, как среднее время восстановления сервиса и коэффициент доступности ИТ-услуг. Реализация подобного проекта не требует обязательного наращивания аппаратных ресурсов, а наоборот, за счет прозрачности управления и устранения «лоскутной» автоматизации приводит к повышению эффективности эксплуатации существующей вычислительной базы и оптимизации трудозатрат персонала. Проект рассматривается в контексте задач цифровой трансформации крупного территориально-распределенного холдинга.

Ключевые слова: ITSM, Service Desk, методологии, инфраструктура и управление, системы, жизненный цикл.

ВВЕДЕНИЕ

Современные крупные предприятия, государственные корпорации и финансовые институты функционируют в условиях высокой степени цифровизации операционных процессов. Информационная инфраструктура таких организаций представляет собой большую систему в классическом понимании кибернетики. Она состоит из десятков тысяч взаимосвязанных конфигурационных единиц, и характеризуется нелинейностью реакций на внешние воздействия. Традиционные методы управления, основанные исключительно на мониторинге технического состояния, более не отвечают требованиям бизнеса, ориентированного на непрерывность деятельности [1]. Следовательно, и возникает концептуальный разрыв между техническим состоянием инфраструктуры и качеством предоставляемой конечному пользователю услуги. В связи с этим, особую актуальность приобретает внедрение процессных ме-

тодологий управления ИТ-услугами (ITSM), базирующихся на библиотеке передового опыта.

ИССЛЕДОВАНИЕ

В основе исследования лежит гипотеза о том, что ключевой проблемой эксплуатации больших систем является не недостаток вычислительных мощностей или каналов связи, а недостаток информации о взаимосвязях между элементами инфраструктуры и их влиянии на бизнес-процессы. Методология ITSM предлагает решение данной проблемы через внедрение такого процесса как Service Asset and Configuration Management для создания единой базы данных управления конфигурациями, содержащей актуальную информацию о связях между конфигурационными единицами и ИТ-услугами [1,3]. Также ITSM помогает в выявлении корреляции событий в разрозненных узлах инфраструктуры до того, как проблема может превратиться в аварию и снижении уязвимости системы перед человеческим фактором [1].

По данным исследования аналитического отдела проекта Staq, опубликованного в декабре 2025 года, примерно 75% российских компаний среднего и крупного бизнеса используют ITSM-технологии в различной степени. При этом зрелость внедрений значительно отличается: около 35–40% компаний применяют полноценные ITSM-платформы с единым каталогом услуг, SLA, управлением инцидентами, изменениями и аналитикой. Примерно 30% организаций ограничиваются базовым helpdesk-функционалом, при этом часто только в ИТ-сфере. Около 25–30% всё ещё используют почту, мессенджеры и Excel, не имея сквозной цифровой системы управления заявками [2].

Говоря о тенденциях развития, можно упомянуть, что в настоящее время трендом становится переход от реактивного управления к проактивному и предиктивному. Речь идет о внедрении искусственного интеллекта в процессы ITSM. С помощью предиктивной аналитики на алгоритмах машинного обучения можно выявлять инциденты ещё до их возникновения [4].

Также заслуживает внимания ESM-подход. Он подразумевает собой расширение концепции ITSM на все сервисные подразделения. ESM-подход внедряли преимущественно компании-лидеры рынка, которым важно оставаться на острие технологий, но сейчас это становится обязательным стандартом для современных компаний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, внедрение методологии ITSM позволяет упорядочить процессы управления информационной инфраструктурой и выстроить прозрачную систему взаимодействия между ИТ-подразделением и остальными службами компании, что способствует повышению стабильности работы информационных систем и создает условия для дальнейшей цифровизации деятельности предприятия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Осикин, Д. Е. Концепция управления качеством ИТ-услуг (ITSM) [Электронный ресурс] / Д. Е. Осикин. — Текст: электронный // КиберЛенинка: [сайт]. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-upravleniya-kachestvom-it-uslug-it-sm> (дата обращения: 07.04.2026)
2. Исследование: только 35–40% российских компаний среднего и крупного бизнеса используют полноценные ITSM-платформы. — Текст: электронный // CNews: [сайт]. — URL: https://biz.cnews.ru/news/line/2025-12-17_issledovanie_tolko_35-40 (дата обращения: 10.04.2026)
3. Дешко И. П. Библиотека инфраструктуры информационных технологий. Практики управления ITIL 4: учебное пособие для вузов / И. П. Дешко. — 3-е изд., стер. — СПб.: Лань, 2025. — 224 с. — ISBN 978-5-507-52595-9
4. Блинникова, А. В. Управление инцидентами в ITSM с использованием искусственного интеллекта [Электронный ресурс] / А. В. Блинникова, Ю. О. Нестерова. — Текст: электронный // КиберЛенинка: [сайт]. — URL: <https://cyberleninka.ru>

ru/article/n/upravlenie-intsidentami-v-itsm-s-ispolzovaniem-iskusstvennogo-intellekta (дата обращения: 08.04.2026)

6.9 АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ПЕРСОНАЛА НА ФИНАНСОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПАНИЙ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ

Елфимов Петр Аркадьевич,

Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 220799@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Дудкина Екатерина Владимировна,

Доцент Кафедры бизнес-информатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, evdudkina@fa.ru

Представляется исследование влияния численности персонала на финансовые результаты деятельности компаний на основе данных российского рынка. Рассматривается задача количественной оценки связи между масштабом занятости и ключевыми показателями деятельности, такими как выручка и прибыль. На основе панельных данных бухгалтерской отчетности формируется выборка компаний, позволяющая анализировать динамику показателей во времени. В работе используются эконометрические методы, включая линейные, логарифмические и нелинейные регрессионные модели. Показано, что рост численности сотрудников сопровождается увеличением финансовых показателей, однако данный эффект носит менее чем пропорциональный характер. Установлено, что зависимость имеет нелинейную форму: по мере увеличения масштаба компании предельная отдача от дополнительного найма снижается. Полученные результаты позволяют выявить характер связи между численностью персонала и эффективностью бизнеса и могут быть использованы для аналитической оценки кадровых решений.

Ключевые слова: численность персонала, финансовые ре-

зультаты, эконометрическое моделирование, эффективность труда, эластичность

ВВЕДЕНИЕ

Численность персонала является одним из ключевых параметров, определяющих масштаб деятельности компании и структуру ее издержек. Изменение штата напрямую связано как с производственными возможностями бизнеса, так и с его финансовыми результатами. В условиях высокой неоднородности компаний по размеру, отрасли и региону данная зависимость приобретает сложный характер и требует количественного анализа.

На практике для оценки эффективности использования персонала широко применяются показатели выручки и прибыли на одного сотрудника, а также их агрегированные значения по группам компаний. Такие метрики позволяют сравнивать компании между собой и выявлять различия в эффективности, однако не отражают динамику показателей внутри компаний и не позволяют оценить, как изменение численности сотрудников связано с изменением финансового результата.

В рамках данного исследования основной акцент делается на анализе именно этой динамики. Использование панельных данных позволяет сопоставлять компанию с самой собой в разные периоды времени и тем самым более корректно оценивать связь между изменением численности персонала и изменением финансовых показателей.

Целью работы является построение аналитической модели, позволяющей количественно оценить влияние численности сотрудников на финансовые результаты компаний и выявить характер этой зависимости с учетом масштабных, отраслевых и временных факторов.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Эмпирическая база исследования представляет собой панельную выборку российских компаний, сформированную на

основе данных бухгалтерской отчетности. В выборку включены наблюдения на уровне «компания–год», содержащие информацию о выручке, прибыли и численности сотрудников.

Для анализа используются три типа моделей. Линейные регрессионные модели позволяют оценить абсолютный эффект изменения численности персонала. Логарифмические модели дают возможность интерпретировать коэффициенты как эластичности и сравнивать компании разного масштаба. Нелинейные спецификации с квадратичным членом применяются для проверки гипотезы об убывающей отдаче.

Результаты линейных моделей показывают, что при контроле отраслевых, региональных и временных факторов увеличение численности сотрудников не приводит к росту финансовых показателей в абсолютных величинах. Это связано с тем, что дополнительный найм сопровождается ростом издержек.

В логарифмических моделях были получены положительные коэффициенты эластичности, не превышающие единицу. Это указывает на то, что при росте численности сотрудников выручка и прибыль тоже увеличиваются, однако финансовые показатели растут медленнее, чем штат.

Нелинейный анализ подтверждает, что зависимость между количеством персонала и финансовыми результатами носит вогнутый характер. На ранних этапах расширение штата даёт положительный эффект, но по мере увеличения компании предельная отдача снижается. Оценки модели позволяют определить диапазон численности, в котором этот эффект максимален.

Кроме того, выяснилось, что продуктивность использования персонала заметно различается в зависимости от отрасли, региона и масштаба бизнеса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненное исследование демонстрирует, что взаимосвязь между численностью работников и финансовыми показателями компаний нелинейна и определяется масштабом

деятельности. Увеличение штата в среднем ведёт к росту выручки и прибыли, но этот рост непропорционален, он отстаёт от увеличения численности.

Полученные данные подтверждают гипотезу о снижающейся отдаче от расширения персонала. После преодоления определённого порога дальнейшее увеличение числа сотрудников ведёт к падению предельной эффективности.

Практическая ценность работы состоит в том, что предложенный подход может применяться для обоснования управленческих решений при масштабировании бизнеса и оптимизации штатной численности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ивин Е. А., Артамонов Н. В., Курбацкий А. Н. Эконометрика: учебное пособие. — Вологда: ИСЭРТ РАН, 2016. — 184 с. — [Электронный ресурс]. — URL: <https://mse.msu.ru/wp-content/uploads/2020/06/Пособие-по-эконометрике.pdf> (дата обращения: 14.04.2026)
2. Каморников С. Ф. Эконометрика: учебное пособие. — Минск: ГГУ им. Ф. Скорины, 2012. — 230 с. — [Электронный ресурс]. — URL: <https://elib.gsu.by/bitstream/123456789/5905/1/Эконометр%20учеб%20пособ.pdf> (дата обращения: 14.04.2026)
3. Носко В. П. Эконометрика для начинающих: дополнительные главы. — М.: Институт экономики переходного периода, 2005. — 35 с. — [Электронный ресурс]. — URL: https://www.iiep.ru/files/text/working_papers/Nauchnie_trudi-85.pdf (дата обращения: 14.04.2026)
4. Гильмутдинов Р. З., Гузаирова Г. Р. Эконометрика: учебное пособие. — Уфа: Уфимский филиал Финансового университета, 2015. — 18 с. — [Электронный ресурс]. — URL: https://ufabist.ru/wp-content/uploads/2016/01/gilmutdinov_econometrika_site.pdf (дата обращения: 14.04.2026)
5. Основы эконометрики: учебное пособие. — Самара: Самарский университет, 2004. — 40 с. — [Электронный ресурс]. — URL: <https://repo.ssau.ru/bitstream/Uchebnye-izdaniya/>

- Osnovy-ekonometriki-100949/1/5-7883-0308-7_2004.pdf (дата обращения: 14.04.2026)
6. Нелинейная регрессия [Электронный ресурс] // Википедия. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Нелинейная_регрессия (дата обращения: 14.04.2026)
 7. Линейность по параметрам и логарифмические модели [Электронный ресурс] // Википедия. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Линейность_по_параметрам (дата обращения: 14.04.2026)

6.10 СМАРТ-КОНТРАКТЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Ращектаева Елена Владимировна,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 245718@edu.fa.ru

Научный руководитель:
Фомичева Татьяна Леонидовна,
Кандидат экономических наук, доцент Кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, TFomicheva@fa.ru

В условиях цифровизации экономики возрастает значимость внедрения инновационных технологий, направленных на повышение эффективности бизнес-процессов. Одним из таких инструментов являются смарт-контракты, функционирующие на базе технологии блокчейн. Актуальность исследования обусловлена необходимостью адаптации смарт-контрактов к специфике промышленного сектора и повышением требований к прозрачности и скорости расчетов между контрагентами. Целью исследования является анализ возможностей применения смарт-контрактов в производственной деятельности и разработка проекта их внедрения для ООО «Металлорешение», включая интеграцию с платформой цифрового рубля. В ходе работы были изучены теоретические основы смарт-контрактов,

проанализированы производственные процессы предприятия, выявлены проблемные зоны в расчетах с контрагентами и предложена модель смарт-контракта для автоматизации взаимодействия с заказчиками. Результаты исследования показали, что внедрение смарт-контрактов позволяет снизить дебиторскую задолженность, ускорить расчёты, повысить прозрачность операций и улучшить финансовую устойчивость предприятия.

Ключевые слова: смарт-контракты, блокчейн, цифровой рубль, цифровизация, промышленное предприятие, автоматизация, бизнес-процессы

ВВЕДЕНИЕ

Развитие цифровых технологий оказывает значительное влияние на деятельность предприятий, в том числе в промышленном секторе. Современные организации стремятся повысить эффективность бизнес-процессов, сократить издержки и ускорить взаимодействие с контрагентами. При этом традиционные механизмы заключения и исполнения договоров зачастую сопровождаются задержками расчетов, высоким уровнем документооборота и зависимостью от человеческого фактора.

Одним из инструментов решения указанных проблем являются смарт-контракты — программные алгоритмы, автоматически исполняющие условия сделки при наступлении заданных событий. Их применение позволяет формализовать договорные отношения, снизить риск ошибок и обеспечить прозрачность операций.

Несмотря на активное развитие данной технологии, её внедрение в промышленности ограничено рядом факторов, включая техническую сложность, необходимость адаптации бизнес-процессов и недостаточную проработанность правового регулирования. В этой связи возникает необходимость анализа возможностей практического применения смарт-контрактов на уровне конкретного предприятия.

В рамках работы рассматривается деятельность ООО «Металлорешение», для которого характерны проблемы, связан-

ные с расчетами с контрагентами и управлением оборотными средствами. Это определяет целесообразность разработки решения, направленного на автоматизацию данных процессов.

ИССЛЕДОВАНИЕ

В ходе исследования проанализированы возможности применения смарт-контрактов в работе промышленного предприятия.

На первом этапе рассмотрены особенности смарт-контрактов как инструмента автоматизации. Установлено, что их использование позволяет исключить посредников, ускорить выполнение операций и обеспечить прозрачность исполнения обязательств.

На втором этапе проведён анализ деятельности ООО «Металлорешение». Выявлено, что при росте выручки предприятие сталкивается со снижением чистой прибыли и рентабельности. Основными причинами являются высокая доля кредиторской и дебиторской задолженности, а также задержки расчетов с контрагентами. Дополнительно отмечены длительные сроки согласования и значительный объём документооборота.

Анализ бизнес-процессов показал, что ключевой проблемой является отсутствие автоматизации этапов исполнения договоров и контроля выполнения обязательств.

В рамках исследования предложена модель применения смарт-контракта в работе предприятия. Она предполагает:

- автоматическую фиксацию условий сделки;
- контроль выполнения обязательств (поставка, качество);
- автоматическое перечисление денежных средств после выполнения условий;
- применение штрафных условий при нарушениях.

Рассмотрен пример взаимодействия с заказчиком (строительной верфью), где оплата осуществляется сразу после подтверждения поставки продукции. Это позволяет сократить задержки платежей и повысить оборачиваемость средств.

Также рассмотрена возможность интеграции смарт-

контракта с цифровым рублем, что повышает надежность расчетов и упрощает внедрение технологии.

При этом выявлены ограничения: необходимость технической доработки процессов, зависимость от внешних данных и затраты на внедрение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследования установлено, что смарт-контракты могут эффективно применяться в деятельности промышленного предприятия.

Их внедрение позволяет:

- ускорить расчеты с контрагентами;
- снизить дебиторскую задолженность;
- повысить прозрачность операций;
- сократить влияние человеческого фактора;
- улучшить управление денежными потоками.

Для ООО «Металлорешение» использование смарт-контрактов может способствовать повышению финансовой устойчивости и эффективности работы, но в то же время внедрение требует учета технических и организационных ограничений, а также поэтапной реализации.

В целом применение смарт-контрактов является перспективным направлением цифровизации промышленности и может быть использовано для оптимизации бизнес-процессов предприятия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Варбанова, Г. (2023). Правовая природа смарт-контрактов: договор или программный код? URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pravovaya-priroda-smart-kontraktov-dogovor-ili-programmnyy-kod> (дата обращения: 06.04.2026).
2. Булгаков В.Д., Гвоздевский И. Н. Анализ механизмов консенсуса в блокчейн-системах // Научный результат. Информационные технологии. — Т. 10, No1, 2025 (дата обращения: 06.04.2026).

3. Шавалиева Сабина Маратовна ФИНАНСОВЫЕ РИСКИ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В БАНКОВСКОЙ СФЕРЕ И ПУТИ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ // Финансовые рынки и банки. 2022. № 9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/finansovye-riski-vnedreniya-tehnologii-blokcheyn-v-bankovskoy-sfere-i-puti-ih-preodoleniya> (дата обращения: 07.04.2026).
4. Волошин Игорь Петрович Типы блокчейн и анализ экономических характеристик // ИБР. 2018. № 4 (33). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/typy-blokcheyn-i-analiz-ekonomicheskikh-harakteristik> (дата обращения: 07.04.2026).
5. What Are The Different Types of Blockchain Technology? // GeeksforGeeks. — URL: <https://www.geeksforgeeks.org/computer-science-fundamentals/what-are-the-different-types-of-blockchain-technology/> (дата обращения: 07.04.2026).
6. Меренкова, В. В. Цифровой рубль: перспективы и риски для финансовой системы РФ / В. В. Меренкова, В. И. Костенко // Актуальные вопросы современных научных исследований: сборник статей XVII Международной научно-практической конференции: в 2 ч., Пенза, 05 мая 2025 года. — Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г. Ю.), 2025. — С. 64–69. — EDN LUDMZH. (дата обращения: 08.04.2026).

6.11 ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИСТЕМЫ МЕЖВЕДОМСТВЕННОГО ЭЛЕКТРОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В КАЧЕСТВЕ ИНСТРУМЕНТА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ МЕЖДУ СИСТЕМАМИ

Шишкин Максим Алексеевич,
Студент магистратуры, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 244487@edu.fa.ru
Научный руководитель:
Васильева Елена Викторовна,
Доктор экономических наук, заведующий Кафедры бизнес-

информатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, evvasileva@fa.ru

Представляется исследование частного вопроса применения системы межведомственного электронного взаимодействия в качестве инструмента передачи данных между системами. Автор представляет концепцию применения системы межведомственного электронного взаимодействия как одну из технологических инноваций современной цифровой экономики Российской Федерации, предназначенную для обмена данными между информационными системами органов власти и организаций, участвующих в предоставлении государственных, муниципальных, коммерческих и некоммерческих услуг. В рамках анализа эффективности применения данной технологии выявлены основные технические преимущества данной системы, собран статистический анализ его эффективности, а также проведена сравнительная характеристика с аналогичными технологическими решениями, представленными на рынке.

Ключевые слова: система межведомственного электронного взаимодействия, СМЭВ информационные системы, обмен сообщениями, асинхронное взаимодействие систем

ВВЕДЕНИЕ

Современные информационно-технологические развитие ставит важной задачей обеспечение синхронного и асинхронного обмена большими и неструктурированными объемами данных между различными системами с предоставлением возможности обработки информационных потоков для дальнейшего их применения в корпоративных задачах. Наряду с этим стоит вопрос в развитии цифровой инфраструктуры национальной экономики Российской Федерации, в создании новых инструментов, обеспечивающих бесперебойное технологическое взаимодействие в реалиях цифровой экономики. Актуальность темы связана с необходимостью быстрого, надежного и безопасного обмена сведениями между различными ведомствами в корпоративных бизнес-процессах, основанных на информа-

ционных технологиях, что приводит к возникновению необходимости в поиске оптимальных инструментов для решения данной задачи.

ИССЛЕДОВАНИЕ

СМЭВ (Система межведомственного электронного взаимодействия) — это защищенная федеральная система, разработанная Министерством цифрового развития Российской Федерации, используемая в качестве общего канала передачи данных. Через СМЭВ обмениваются информацией федеральные и региональные ведомства, многофункциональные центры, платформа «Госуслуги», Единая система идентификации и аутентификации (ЕСИА), а также ряд коммерческих организаций, использующих данный ресурс для собственных целей и задач.

СМЭВ предоставляет два основных подхода в организации интеграционного обмена: СМЭВ3, единый электронный сервис, и СМЭВ4, единый сервис доступа к данным.

СМЭВ3 — это версия межведомственного взаимодействия, основной упор в которой сделан на гарантии доставки всех передаваемых сообщений, невзирая на возможные технические проблемы на стороне любого из участников взаимодействия. СМЭВ3 осуществляет передачу сообщений в формате видов сведений между информационными системами отправителя и получателя. Сообщения передаются в формате XML-конвертов, сформированных на основе XSD-схем самого транспорта и конкретного вида сведений. Механизм предполагает реализацию очередей и повторной отправки сообщений, что обеспечивает гарантию передачи информации и целостность передаваемой информации.

В концепции данного протокола передачи данных реализованы различные типы маршрутизации: целикомые и табличные маршрутизации, фиксированные маршрутизации, передачи рассылок, маршрутизации по идентификаторам и др.

Другая концепция реализации межведомственного взаимодействия осуществляется с помощью протокола СМЭВ4, ос-

[illegible]

«JDBC», а также использование «витрин данных» тиражируемого программного обеспечения с созданной и настроенной моделью данных и реализованными агентами в рамках единого сервиса.

Минэкономразвития, основной провайдер данной технологии, осуществляет контроль над стабильностью информационного обмена, обеспечивает содействие в настройке сервисов и подключении к каналам взаимодействия, предоставляет технологические решения в целях обеспечения бесперебойного обмена, что значительно снижает временные, экономические и человеческие ресурсы на реализацию интеграционного взаимодействия. Более того, провайдер СМЭВ предоставляет для организации работы несколько сред интеграционного обмена: среду разработки, тестовую и продуктивную.

Пользователям для осуществления работы со СМЭВ предоставляется «Личный кабинет участника взаимодействия» (ЛК УВ). В процессе анализа были выявлены следующие ключевые преимущества ЛК УВ:

- С помощью личного кабинета участника взаимодействия пользователь может отслеживать каждый вид сведений, к которому подключены его информационные системы, а также собирать статистику по работе очередей, применению файловых хранилищ;
- Личный кабинет СМЭВ позволяет автоматически формировать шаблоны руководств пользования сервисами в печатном и электронном форматах, а также предоставляет полный перечень инструкций по формированию документации и ее дальнейшему сопровождению;
- Всем пользователям на постоянной основе доступна база знаний и нормативно-справочная информация, затрагивающая ключевые компоненты системы. Документация обновляется на постоянной основе;
- Система межведомственного электронного взаимодействия соответствует ключевым государственным стандартам качества (ГОСТ), реализация и применение СМЭВ соответ-

ствуется нормативно-правовым актам в области реализации межведомственных взаимодействий;

- Система отвечает в том числе за безопасность передаваемых сообщений: контроль доступа к ведомствам, реализация функционала электронной подписи сообщений с применением криптошлюза, поддержка многочисленных форматов электронного подписания, включающих CMS, CAdES-BES, XMLDsig, XML-подпись для СМЭВ, WS-Security;
- В работе межведомственного взаимодействия доступна функция поддержки версионности очередей, обеспечивающая контроль над обратнo-несовместимыми изменениями взаимодействий;
- СМЭВ способен поддерживать различные способы передачи количества протоколов, включая SOAP, REST и SQL-формат;
- Вендор сопровождает пользователей в внедрении и поддержке интеграционного взаимодействия, предоставляя в том числе прокси-сервисы, автоматизирующие большую часть функций обработки данных;
- Пользователям доступна возможность обращения в техническую поддержку по возникающим вопросам на круглосуточной основе.

В рамках данного исследования был собран анализ результатов применения технологии СМЭВ. Согласно официальной статистике за 2025 год:

- через СМЭВ в среднем передавалось более 250 миллионов сообщений;
- в системе было зарегистрировано более 13200 информационных систем, среди которых:
 - системы федеральных органов исполнительной власти (включая федеральные и региональные учреждения, правительства и министерства);
 - системы банковского сектора (ПАО ПСБ, ПАО СБЕРБАНК, АО «ЯНДЕКС БАНК» и др.);
 - провайдеры связи (tele2, Мегафон, Билайн и др.);
 - брокеры и информационные фонды и прочие организации.

Таблица 1. Сравнительная таблица систем электронного взаимодействия

Критерий сравнения	СМЭВ	Apache Kafka	RabbitMQ
Количество запросов в секунду	До 1 млн.	До 1 млн.	До 50000
Возможность маршрутизации трафика	+	-	+
Возможность физического сохранения сообщений	+	+	-
Основной формат передачи данных	XML	JSON	JSON
Развертывание системы	На стороне провайдера	Свободное	Свободное
Гибкая структура передачи данных	-	+	+
Мониторинг очередей	+	+	+
Функционал формирования документов	+	-	-
Наличие базы знаний	+	-	-
Популяризация	В пределах стран СНГ	Мировой рынок	Мировой рынок

- В СМЭВ осуществляется интеграционный обмен через более чем 3300 видов сведений, по каждому виду сведений в открытом доступе представлены руководства по использованию и шаблоны и инструкции для тестирования интеграций;
- на протяжении года средняя скорость обмена сообщениями удерживалось на уровне 2-х секунд;
- средняя производительность интеграционных взаимодействий удержалась на уровне 99,9% времени доступности системы.

Технология СМЭВ, реализующая концепции асинхронного взаимодействия, сопоставима с программными обеспечениями категории «брокеров сообщений», реализуемыми в целях обеспечения многопоточной и независимой от информационных систем передачи данных. В данном исследовании была проведена сравнительная характеристика СМЭВ с ключевыми брокерами, представленными на международном рынке, Apache Kafka и RabbitMQ

Так, технология СМЭВ обладает определенными преимуществами перед представленными на рынке брокерами сообщений, но в то же время не лишено и недостатков, среди которых четкая структурированность сообщений, необходимость осуществления подключения согласно регламентированным правилам и поддержка интеграционного обмена со стороны вендора системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенного анализа можно выделить технологию СМЭВ как надежный и стабильный инструмент передачи данных между информационными системами. Совершенствование данной технологии и ее распространение в различные секторы экономики внесло значимый вклад в развитие электронного государства, способствуя снижению бюрократической нагрузки и повышению качества государственных услуг, а также предоставило государственным учреждениям, юриди-

ческим лицам и индивидуальным предпринимателям новые возможности в реализации как синхронного, так и асинхронного интеграционного обмена, что поспособствовало закрытию большого спектра корпоративных потребностей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Что такое СМЭВ [Электронный ресурс], URL: https://info.gosuslugi.ru/articles/Что_такое_СМЭВ/ 1 (дата обращения: 13.04.2024)
2. Что такое СМЭВ3 [Электронный ресурс], URL: https://info.gosuslugi.ru/articles/Что_такое_СМЭВ3/ (дата обращения: 13.04.2024)
3. Что такое СМЭВ4 [Электронный ресурс], URL: https://info.gosuslugi.ru/articles/Что_такое_СМЭВ4/ (дата обращения: 13.04.2024)
4. Брокеры сообщений или Как происходит взаимодействие в рамках распределенной инфраструктуры [Электронный ресурс], URL: <https://habr.com/ru/companies/sberbank/articles/669456/> (дата обращения: 13.04.2024)
5. Личный кабинет участника взаимодействия (ЛК УВ) [Электронный ресурс], URL: <https://nsud.gosuslugi.ru/pud/#/mainauthorized> (дата обращения: 13.04.2024)

6.12 ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ BUSINESS INTELLIGENCE ДЛЯ РЕТРОСПЕКТИВНОГО АНАЛИЗА ТЕЛЕМЕТРИИ НАЗЕМНЫХ СТАНЦИЙ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Бибин Иван Алексеевич,
Студент магистратуры, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 258944@edu.fa.ru

Научный руководитель:
Алмазов Антон Александрович,
доцент Кафедры бизнес-информатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, AAAlmazov@fa.ru

В работе рассматривается концепция интеграции технологий Business Intelligence (BI) в процессы сбора, хранения и анализа телеметрической информации, поступающей от наземных станций и бортовых систем космических аппаратов. Обосновывается необходимость перехода от классических систем мониторинга реального времени к гибридным аналитическим платформам, поддерживающим историчность данных. Предложена архитектура системы обработки спутниковых данных с поддержкой медленно меняющихся измерений (SCD), обеспечивающая сохранение ретроспективы изменений состояния как космического аппарата на различных этапах полёта, так и конфигураций наземного приёмного оборудования. Проанализированы особенности применения OLAP-кубов и специализированных витрин данных для прогнозирования деградации узлов и парирования нештатных ситуаций.

Ключевые слова: телеметрия, космический аппарат, Business Intelligence, ETL-процессы, историчность данных, медленно меняющиеся измерения.

ВВЕДЕНИЕ

Современные космические миссии характеризуются экспоненциальным ростом объёмов телеметрической информации, генерируемой как бортовыми системами космических аппаратов (КА), так и наземными станциями приёма и передачи данных. Если на заре космической эры обработка телеметрии сводилась к визуальному анализу осциллограмм и фоторегистрации, то в настоящее время речь идёт о непрерывных потоках, содержащих десятки тысяч параметров с частотой опроса от долей герца до десятков килогерц [2].

Традиционные SCADA-подобные системы телеметрического контроля ориентированы преимущественно на отображение текущего состояния объекта в реальном времени (режим онлайн), тогда как для решения задач анализа трендов, выявления аномалий на длительных временных интервалах и моделирования остаточного ресурса требуется принципиально

иной подход. В данной работе исследуется применение практик Business Intelligence, зарекомендовавших себя в корпоративном секторе, для построения единой платформы учёта телеметрии с полной историчностью.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Данные, поступающие с борта КА и земных станций, обладают рядом особенностей, которые необходимо учитывать при проектировании аналитической системы. Во-первых, это ярко выраженная временная природа: каждый пакет телеметрии имеет жёсткую привязку к бортовому или наземному времени, что формирует естественный хронологический разрез для анализа. Во-вторых, данные гетерогенны по своей природе — медленноменяющиеся параметры (температура, напряжение) соседствуют с быстроменяющимися (вибрации, переходные процессы в двигательных установках). В-третьих, существенную роль играет контекст исполнения: версия бортового программного обеспечения, режим ориентации КА, конфигурация наземной приёмной антенны.

Без должной организации хранения историчности изменения контекстных атрибутов теряется возможность корректно интерпретировать телеметрические тренды. Например, рост температуры в приборном отсеке может быть следствием как аппаратного сбоя, так и штатного изменения режима работы КА (разворот панелями к Солнцу).

Основным отличием BI-систем от средств оперативного мониторинга является наличие выделенного хранилища данных. [1]

Типичная архитектура BI состоит из нескольких уровней. Рассмотрим основные уровни BI-системы подробнее [3]:

1. Источники данных (Data sources): на этом слое могут находиться как внешние, так и внутренние источники данных (в рамках данной работы — датчики с КА и наземных станций).
2. ETL — слой (слой извлечения, преобразования и загрузки данных). Извлечение — процесс определения и сбора под-

ходящих данных из разных использующихся ресурсов. Преобразование данных — процесс трансформации и очистки данных, которые были получены из источника. Также на этом этапе определяется логика, по которой данные будут связывать друг с другом и приводить к стандартному виду.

3. Слой БД (DWH layer): загрузка данных в используемую базу данных. Этот слой состоит из трёх компонентов — операционное хранение данных, база данных и витрины данных.
4. Слой метаданных (Metadata layer). Метаданные — это «данные о данных». Они описывают, когда эти данные начали хранить и использовать, каков источник данных, хранят в себе информацию об изменениях в БД, содержат информацию о том, как конкретная часть данных связана с другими.
5. Слой конечного пользователя (End user layer): OLAP, инструменты для создания отчётности и визуализации данных аналитические надстройки и иные инструменты, которые видят и в которых работают пользователи системы.

Важнейшим элементом BI-практик для анализа телеметрии является поддержка историчности. Анализ накопленных за годы статистических данных позволит парировать деградацию систем и их преждевременный выход из строя. Например, для наземных станций это позволит отслеживать деградацию приемного тракта, иного оборудования. Даст возможность определять зависимость между качеством сигнала и положением опорно-поворотного устройства. Для телеметрии КА историчность также позволяет отслеживать деградацию солнечных панелей, расход топлива ионного двигателя и т.д.

Также необходимо внедрить и использовать методологию SCD (Slowly Changing Dimensions), для описания контекста сбора значений параметров. Так, например, на КА может измениться версия прошивки или значительно измениться приборный состав. Такие изменения должны фиксироваться в БД с указанием периода актуальности (date_from и date_to).

Цель внедрения BI — предоставление конечным пользователям системы (инженерам, баллистикам, операторам связи)

инструментов самостоятельного анализа данных без написания SQL-запросов. (No-code/low-code платформы). Интерактивные дашборды позволяют визуализировать заранее обработанные потоки телеметрии в виде временных рядов, строить тепловые карты загрузки наземных станций и диаграммы корреляции множества параметров.

Более того, большое количество информации, поступающей с КА и накапливающейся в БД, может быть эффективно использовано для предиктивного анализа работоспособности и прогноза технического состояния КА и бортовой аппаратуры с использованием методов машинного обучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, мы видим, что при работе с различными данными телеметрии, для построения дашбордов, обеспечивающих анализ таких данных, могут достаточно эффективно использоваться ВІ-технологии. Также хранение и управление историчными данными даёт возможность использовать современные методы машинного обучения для продвинутого анализа. Дальнейшее развитие данного направления видится в интеграции потоковой обработки данных (Streaming BI) и адаптации ВІ-инструментов к работе со специфичными данными, например, для высокоскоростных линий связи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Данным в ВІ-отчете верить? [Электронный ресурс], URL: <https://kachestvo.pro/kachestvo-upravleniya/instrumentymenedzhmenta/dannym-v-bi-otchete-verit/> (дата обращения: 9.04.2026)
2. Эволюция телеметрии в ракетной технике [Электронный ресурс], URL: <https://moluch.ru/archive/65/10588> (дата обращения: 9.04.2026)
3. IBIMA Publishing. Business Intelligence Systems [Электронный ресурс]. — URL: <https://ibimapublishing.com/articles/CIBIMA/2011/695619/695619.pdf> (дата обращения: 9.04.2026).

6.13 ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА УДЕРЖАНИЕ КОНКУРЕНТНЫХ ПОЗИЦИЙ НА РЫНКЕ

Прохорова Кристина Денисовна,

Студент магистратуры, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 244489@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Славин Борис Борисович,

Доктор экономических наук, профессор Кафедры бизнес-информатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, bbslavin@fa.ru

В работе описывается влияние цифровой зрелости на конкурентоспособность организаций. Современные тенденции цифровизации связаны с внедрением инструментов и методов аналитики для принятия решения на основе больших данных. Примеры и преимущества данных инструментов приведены в работе. Кроме того, рассмотрена статистика развития отраслей и то, во что идет основной вклад. Рассмотрены наилучшие практики цифровизации и результаты, которые были принесены в компаниях.

Ключевые слова: цифровизация, автоматизация, цифровая трансформация, цифровая зрелость, омниканальность, искусственный интеллект, оптимизация процессов, реинжиниринг процессов, конкурентоспособность, клиентоцентричность,

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время цифровизация является неотъемлемой частью нашей жизни. От уровня цифровой зрелости предприятия зависит ее будущее, устойчивое положение и конкурентоспособность на рынке. Последние годы — пандемия, санкционные меры — все это оказывает прямое влияние на развитие предприятия в ту сторону, чтобы оно быстрее адаптировалось к существующим условиям, быстрее принимало решение, меняло стратегию, методы мониторинга ситуаций, происходящих на рынке. То, как именно поступает, обрабатывается,

структурируется и применяется информация, а главное за какой период времени, зависит успех организации.

Уже сейчас просто внедрение традиционного оборудования (станки, генераторы, прессы), стандартных решений, таких как: электронный документооборот, ERP, CRM, PLM, — систем недостаточно. Они лишь автоматизируют — заменяют ручной труд машинами или программами в рамках существующего процесса, рутинные, трудоемкие задачи, при этом не отменяя человеческого фактора. А поскольку для бизнеса решающим фактором являются скорость, эффективность, качество, то приоритетным инструментом является цифровизация — перестройка модели работы с опорой на данные и цифровые технологии, такие как искусственный интеллект, цифровые двойники, аддитивные технологии, IIoT и так далее. Многие компании сейчас проходят с этой целью цифровую трансформацию — глубокую реорганизацию бизнес-процессов (просто хаотичное внедрение цифровых технологий не поможет, необходимо комплексное решение, с изучением бизнес-процессов организации и их реинжинирингом) с широким применением цифровых инструментов для исполнения процессов, которая приводит к существенному (в разы) улучшению их характеристик и / или появлению принципиально новых качеств и свойств.

Государство также носит огромную роль в части стратегии цифровой трансформации. Так на смену проекту «Цифровая экономика» пришел новый проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства» на периоды 2025–2030 гг. Работа с данными носит ключевую роль в данном проекте.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Конкурентоспособность в цифровой экономике

В наше время сущность конкурентоспособности предприятия подверглось некоторым изменениям. Если раньше, чтобы быть конкурентоспособным было важно минимизировать издержки, тем самым снизив цену, то сейчас важен нематери-

альный актив, знать своего клиента, что ему нужно, в какой срок, в каком виде.

Цифровизация собой несет следующие преимущества для обеспечения конкурентоспособности на рынке:

1. Компания уже сейчас не может себе позволить обрабатывать информацию месяцами. Преимущество будет у той компании, которая внедрила культуру data-driven управления. Системы бизнес-аналитики, искусственный интеллект сейчас позволяет выявлять тренды, которые не будут очевидны сразу рынку;

2. Предоставлять аналитику, высвобождая топ-менеджмент для принятия стратегически важных решений на основании данной аналитики.

3. Позволяет не допускать или снижать риск ошибок от «сырых данных», а также прогнозировать и моделировать различные варианты событий для принятия более быстрых управленческих решений.

4. Возможность анализировать ценностные предложения: то есть компания на основе обработанных данных может принимать решение о закрытии или открытии того или иного продукта, или, например, уйти от разовых продаж продуктов, к предоставлению комплекса услуг (например, ценностное предложение по продаже двигателя, может выглядеть теперь как продажа часов его налета с гарантией).

5. Цифровизация позволяет обеспечить омниканальность. Зачастую клиенту не важно куда обращаться и как: по почте, через сайт, телефон, мобильное приложение. Клиенту важна скорость обработки его данных и выдача ему предложения. Он может сегодня позвонить, а завтра написать в почте уточнения. Ошибка в предоставлении не того ценностного предложения без учета «уточнения», направленного по почте, компании может стоить клиента. Синхронизацию данных по всем каналам также обеспечивает цифровизация.

6. IoT, аналитика поведения может способствовать проактивности компании. Например, предложить спустя время клиенту

купить какие-то запчасти, потому что старые уже в изношенном состоянии и могут привести к поломке продукта и как следствие потери времени на ожидании клиенту — это предвосхищает потребности клиента и формирует лояльность к компании.

Без цифровых технологий данные преимущества сложно достижимы.

Исходя из преимуществ, перечисленных выше, можно выявить три основных направления цифровизации, которые способствуют конкурентоспособности:

1. Оптимизация внутренних процессов:

Как уже ранее было написано без реинжиниринга бизнес-процессов внедрение «цифры» не имеет особого смысла. Сначала необходимо понять какие процессы существуют в организации и какие «узкие» места в них возможны. Цифровизация — это инструмент, который может «починить узкие места» в компании и тем самым создать внутренний фундамент в компании, который несет собой внутреннюю эффективность.

Ниже перечислены некоторые инструменты, которые могут наладить работу бизнес-процессов:

- Интеграция внутренних информационных систем компании между собой. Разрозненность данных является главной ошибкой и причиной помехи в аналитике данных и как следствие бюрократии. Правильная взаимосвязь — интеграция данных между системами разных классов: ERP, CRM и SCM создает единое поле с едиными данными, исключая ручной ввод и ошибки, которые так присущи человеческому фактору. В итоге данные перетекают из одной системы без потери времени: например, данные о новом заказе падают в производство, из производства в закупки и так далее.
- RPA или роботизация процессов. Данная технология позволяет передать рутинные и регламентированные задачи роботам, основанным на программе. В качестве эффекта можно заметить снижение операционных издержек на 30–50% и высвобождение сотрудников для более сложных задач, требующих человеческого вмешательства.

- предиктивная аналитика и ИИ — данные инструменты позволяют строить прогнозы не на основе исторических данных, а на основе данных в реальном времени с учетом внешних и внутренних факторов.

2. Переход на клиентоцентричность

Как ранее было описано, чтобы удержать сейчас клиента необходимо предложить не просто низкую цену, а обеспечить ему «полный сервис». Данный сервис также можно и нужно настраивать при помощи цифровых инструментов:

- Выстраивание персонализации при помощи омниканальности, чат-ботов и ИИ:

2.1 Про омниканальность уже немного раскрывалось выше. Данная стратегия позволяет обеспечивать бесшовную связь между всеми каналами связи с клиентом. К кому бы и как клиент не обратился компания всегда должна знать: что это за клиент и что он хочет. Должен сохраняться постоянный контекст диалога.

2.2 Чат-боты позволяют мгновенно реагировать на запрос клиента, они способны решать более 80% запросов в ту же секунду и круглосуточно, а также благодаря им снижается нагрузка на оператора и существенно экономится бюджет.

2.3 Алгоритмы искусственного интеллекта (ИИ) позволяют анализировать поведение клиента и его предыдущие истории покупок и при обращении клиента данный инструмент уже на основе его предпочтений подбирает необходимую для него персонализированную информацию.

3. Продуктовые инновации

- Цифровизация позволяет создавать модели продуктов в виде «виртуальной копии», так называемой «цифровой двойник». Цифровой двойник позволяет снизить затраты на создание настоящего прототипа, а также анализировать поведение данной модели в различных условиях в цифровой среде, тем самым позволяя инженерам быстрее вести разработку и выводить на рынок новые продукты. А более быстрый вывод на рынок нового продукта способствует увеличению

- конкурентоспособности и повышению положения компании на рынке.
- Интернет вещей (IoT) — благодаря данной технологии в режиме реального времени можно собирать данные о продукте. Понимать какие функции продукта нужны, а какие нет. Все это позволяет улучшать продукт, а затем выводить его новую версию. Кроме того, если допустим мы предоставляем клиентам услуги по нашим продуктам и можем оснастить его датчиком, то данная технология заранее известит о поломке и сэкономит время на починку.

Исходя из вышеперечисленного можно сказать, что цифровизация проникает во все уровни предприятия и создает комплексное преимущество перед конкурентами, которые используют точечные традиционные решения.

Из статистики — в России продолжает наблюдаться рост цифровой экономики. Так в 2025 году объем внутренних затрат на развитие цифровой экономики достиг 7,1 трлн рублей, что соответствуют 3,3% ВВП. По сравнению с 2024 г. данный показатель вырос на 6,4%, а по сравнению с 2023 годом на 29,8%.

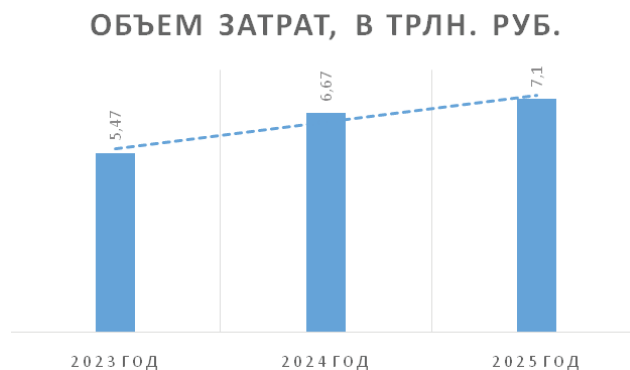


Рис. 1. Объем инвестиций на цифровизацию в РФ

Ниже также приведена аналитика в каких отраслях больше всего наблюдается сдвиг в цифровой трансформации:



Рис. 2. Структура инвестиций на цифровизацию в РФ

Куда идут инвестиции? Само собой, растет спрос на технологии искусственного интеллекта: они внедряются в бизнес-процессы, связанные с маркетингом и продажами, производством товаров или оказанием услуг, управлением персоналом и пр. (48% компаний), на втором месте — системы управления бизнес-процессами (39%, рост с 22% за год), на третьем — аналитика данных (32%).

Существует смелое предсказание от аналитиков Gartner, что до 30% исходящих маркетинговых сообщений крупных компаний будут генерироваться алгоритмами ИИ и как ранее было изложено в материале — это похоже на правду, поскольку генеративные модели позволяют быстро подготавливать рекламные посты, ответы на запросы клиентов, что ускоряет работу маркетинг отделов.

Далее хотелось бы привести несколько удачных примеров цифровой трансформации, которые улучшили условия организации:

1. Внедрение чат-бота с ИИ в ВТБ.

ВТБ столкнулось с проблемой, когда в банк поступило 96 миллионов обращений за 2024 год, контакт-центр не справлялся, клиенты долго ждали ответа или решения их проблемы. Все это создавало риски для качества сервиса.

В качестве решения банк решил внедрить чат-бота на платформе DialogOS, которая использует ИИ и машинное обучение. Разработчики загрузили в него более 80 интеграционных сценариев, базу знаний на более 3600 диалоговых сценариев и более 3 миллионов адаптивных вопросов, чтобы он мог сам решать проблемы, а не только консультировать. Эти сценарии позволяют боту напрямую обращаться к внутренним системам банка, чтобы, например, переводить деньги, блокировать карты, открывать счета или сообщать о мошенниках. Результатом стало: чат-бот обрабатывает более 75% обращений без оператора, в 2024 году обработал более 50 миллионов запросов, Доля обращений через чат выросла с 44,3% до 60,9%, впервые превысив долю звонков — клиенты стали чаще выбирать цифровой канал. Итог: Чат-бот сократил расходы банка и стал главным каналом общения с клиентами — его выбирают чаще, чем традиционный звонок в контакт-центр.

2. Автоматизация Мосэнергосбыта — одной из крупнейших энергосбытовых компаний.

Устаревшие бизнес-процессы не справлялись с потоком клиентов, состоявших как из физических, так и юридических лиц. Ручная обработка заявок, гигантские очереди клиентов, долгое ожидание оператора снижали удовлетворенность клиентов и увеличивало издержки. Требовалась серьезная трансформация и компания создала комплексные решения — единый портал и приложения. Клиенты теперь не сидят в очередях и не ждут обработки, а в пару кликов в любое время подают необходимую информацию, платят за услуги, оформляют заявки на подключения или льготы. Чат-бот осуществляют консультацию клиентов и если он не справляется, то уже тогда подключается оператор и видит всю историю. Кроме того, стала доступна аналитика данных, которая анализирует показания приборов, помогает точнее прогнозировать и находить аномалии и предупреждать клиентов о резком росте расходов. Результат: Время обработки запросов сократилось на 40%, удовлетворенность клиентов выросла на 25%, а также повысилось доверие кли-

ентов за счет прозрачности расчетов, нагрузка и издержки на контакт-центры снизились за счет высвобождения ресурсов и перераспределения их на другие задачи, прогнозы потребления стали нагляднее, что позволило оптимизировать закупки.

3. *Оmnиканальная розница с ИИ сети Магнит.*

Маркетологи «Магнит» до 2021 года работали вручную и рисовали программу лояльности самостоятельно, что не позволяло учитывать потребности каждого клиента и создавать персонализацию. Конкуренты стали обходить «Магнит». Тогда компания решила запустить систему управления лояльностью на основе ИИ — SVM. Система стала учитывать предпочтения миллионов покупателей и на основе них высылать персональные скидки. Также система стала учитывать категорию клиентов, например, молодым мамам высылались одни предложения со скидкой, пенсионерам — другие. Кроме того, система анализировала спрос по магазинам и внешние факторы, от этого подбирался ассортимент магазина. Результаты: +15–20% прибыли за счет повышения среднего чека и частоты визитов, сокращение остатков на складах на 8% и потерь от просрочки — на 3%, сокращение ручного труда на 70% при создании программы лояльности. Итог: система окупилась за 2 года за счет сокращения расходов на маркетинг, увеличения продаж и уменьшения логистических издержек.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение можно сказать, что исходя из вышеперечисленного без цифровизации и грамотной аналитики данных ни одно предприятие не сможет выстоять на современном рынке, неизбежно будут потери клиентов и издержки из-за сложного, а иногда ручного, прогнозирования. Само собой у процесса цифровизации есть свои риски и проблемы, с которыми предстоит столкнуться — нехватка финансирования, нехватка квалифицированных кадров или их сопротивление новшествам, другие технологические проблемы. Однако это лишь подчеркивает, что цифровая трансформация — это постоянный путь

улучшения и процесс адаптации. Несмотря на весь гнет внутри компании процессы необходимо пересматривать, иначе под давлением растущих требований клиентов есть куда больший риск проиграть в борьбе за конкуренцию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мирошниченко М. А. Цифровизация и цифровые решения в управлении организацией: учебник / М. А. Мирошниченко; под редакцией В. В. Ермоленко; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2023. — 222 с. — 500 экз.
2. Цифровая трансформация системы управления отношениями с клиентами / В. И. Абрамов, И. В. Абрамов, К. В. Поливанов, К. Ю. Семенов // Вопросы инновационной экономики. — 2023. — Т. 13, № 1. — С. 289–306. — DOI: 10.18334/vines.13.1.117051.
3. Ташкинов А. Г. Этапы формирования стратегии цифровой трансформации промышленного предприятия / А. Г. Ташкинов // Р-Еconomy. — 2023. — Т. 16, № 6. — С. 117–141. — DOI: 10.18721/RE.16609.
4. Соломенникова Е. А. Цифровизация машиностроительных и станкостроительных производств — основа повышения конкурентоспособности высокотехнологичного бизнеса / Е. А. Соломенникова // Экономика и бизнес. — 2020. — С. 551–554.

6.14 ПРИМЕНЕНИЕ UX/UI-ДИЗАЙНА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПОРТАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ В УЧЕБНОМ УЧРЕЖДЕНИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Озякова Дарья Сергеева,
Студент магистратуры, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 241314@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Здоровец Юлия Ивановна,

Кандидат экономических наук, доцент Кафедры бизнес-финформатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, yizdorovets@fa.ru

В условиях активной цифровизации высшего образования университетский портал превратился в основную среду, через которую Студент решает учебные и административные задачи, поэтому качество пользовательского опыта становится не вспомогательным, а определяющим фактором эффективности таких систем. При этом, хотя функциональность порталов со временем расширяется, пользователи нередко сталкиваются с перегруженностью экранов, разрозненностью сервисов и сложной навигацией, из-за чего даже типовые действия выполняются медленнее и сопровождаются ошибками. Цель работы заключается в анализе применения UX/UI-подхода при разработке порталных решений в вузе и в оценке того, как UX-методы влияют на удобство взаимодействия пользователя с системой. В рамках исследования рассматриваются типовые проблемы действующих решений, а также предлагаются подходы к оптимизации структуры и логики интерфейса на основе анализа пользовательских сценариев и инструментов UX-проектирования. Полученные результаты показывают, что UX/UI-подход позволяет сокращать время выполнения задач, снижать число лишних действий и повышать доступность образовательных сервисов.

Ключевые слова: UX/UI-дизайн, пользовательский опыт, образовательные порталы, интерфейс, юзабилити, цифровая среда, пользовательские сценарии.

ВВЕДЕНИЕ

Рост использования цифровых сервисов в вузах связан с развитием ИТ и переносом многих процессов в электронный формат, поэтому университетские порталы стали центральным элементом цифровой инфраструктуры. Через них Студенты

получают доступ к расписанию, учебным материалам, данным об успеваемости и административным функциям, а скорость и точность выполнения задач во многом определяются интерфейсом и логикой взаимодействия.

Анализ порталных решений показывает, что проблемы чаще возникают не из-за нехватки функций, а из-за того, как они организованы и представлены. А. И. Беляков отмечает, что перегруженность интерфейса и слабая визуальная выразительность увеличивают когнитивную нагрузку и время выполнения задач [1], а Е. В. Никульчев и соавторы связывают вовлечённость пользователей с удобством выполнения действий в интерфейсе [4].

Пользователь, как правило, воспринимает университетский портал не как набор отдельных сервисов, а как целостную систему, в которой переходы между разделами должны быть понятными и логичными. По этой причине качество интерфейса напрямую связано с тем, как оценивается цифровая платформа в целом [6]. Д. А. Фадеев отмечает, что усложнённая навигация снижает вероятность повторного обращения к веб-сервису, особенно в тех случаях, когда пользователь регулярно выполняет одни и те же действия [7]. В этой связи при разработке интерфейсов для вузов особое значение приобретают логично выстроенная структура, доступность информации и адаптивность интерфейсных решений [3].

Цель работы состоит в анализе применения UX/UI-дизайна при разработке порталных решений в вузе и оценке его влияния на удобство взаимодействия пользователей с системой, так как именно качество взаимодействия определяет, насколько эффективно портал поддерживает учебный процесс.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Университетский портал представляет собой сложную информационную систему, которая объединяет в себе сразу несколько разного рода функций: расписание, успеваемость, учебные материалы и административные функции и так далее.

Именно качество информационной архитектуры определяет, как быстро пользователь находит нужный сервис и завершает задачу. Однако анализ действующих решений показывает, что пользователи часто сталкиваются с перегруженными экранами, неочевидной структурой разделов и непрозрачными переходами, из-за чего даже простые действия требуют лишних шагов и повышенного внимания. Это согласуется с выводами исследований по удобству и организации интерфейсов о том, что отсутствие ясной иерархии усиливает нагрузку на пользователя и провоцирует ошибки [1].

Чтобы уточнить пользовательские потребности, применялся пользователь-ориентированный подход, при котором проектирование опирается на задачи и ожидания пользователя. В методологическую основу также вошли принципы понятных действий и соответствия привычным моделям поведения, описанные Д. Норманом [5]. Затем были выделены типовые сценарии взаимодействия Студента с образовательными сервисами, что позволило определить этапы, на которых возникают основные затруднения.

Эмпирическая часть включала опрос Студентов (52 респондента), по результатам которого около 68% участников отметили сложности при поиске нужной информации в существующих порталных решениях. При этом в ответах чаще звучала не “редкость” информации, а отсутствие понятного маршрута, поскольку пользователь не понимает, в каком разделе находится нужная функция, и вынужден пробовать несколько вариантов, возвращаясь назад и теряя контекст.

Эти наблюдения соотносятся с исследованиями вовлечённости в образовательных веб-сервисах, где удобство интерфейса и простота выполнения действий рассматриваются как факторы, влияющие на поведение пользователя и качество взаимодействия [4]. Дополнительно результаты И. П. Бурукиной показывают, что учёт пользовательских сценариев выступает значимым условием повышения эффективности цифрового образовательного процесса, поскольку система начинает под-

держивать реальные задачи пользователей, а не формальные процессы [2].

На этапе проектирования были описаны пользовательские сценарии и определены ключевые точки взаимодействия, после чего для формализации пути применялись CJM и user flow, которые позволили выявить лишние переходы и места потери контекста. В результате оптимизации сценариев число шагов для выполнения базовых операций, например просмотра расписания, сократилось в среднем с 5–6 до 2–3, что напрямую влияет на ежедневное использование портала, поскольку пользователь быстрее достигает цели и реже ошибается в маршруте.

Далее структура интерфейса была проработана на уровне wireframes, благодаря чему стало возможным проверить компоновку и логику экранов до детализации визуального решения. На основе wireframes разработан прототип портала, в котором поддержка частотных сценариев стала приоритетом, поэтому была упрощена главная страница, внедрена единая навигационная панель, а также добавлен персонализированный дашборд с быстрым доступом к расписанию, оценкам и уведомлениям. Кроме того, был предусмотрен поиск, который сокращает путь к информации в тех случаях, когда пользователь не выбирает нужный раздел с первого раза.

Параллельно улучшалась визуальная организация интерфейса, поскольку снижение плотности контента, увеличение размеров интерактивных элементов и упрощение форм повышают читаемость и уменьшают ощущение перегруженности экрана. Отдельное внимание уделялось объединению ранее разрозненных сервисов в единую систему, так как это снижает необходимость переходов между платформами и делает пользовательский опыт более цельным; такая цельность рассматривается как значимый фактор удобства взаимодействия и предпочтения цифровых платформ [6]. При проектировании также учитывались требования к интерфейсам образовательных систем, включая доступность и адаптивность [3].

По итогам тестирования было установлено, что время выполнения типовых пользовательских задач сократилось в среднем на 30–35%. Повторный опрос также зафиксировал рост удовлетворённости: положительно обновлённый интерфейс оценили 82% участников. Такая динамика позволяет говорить о практической результативности предложенных решений. Достигнутый эффект связан не только с визуальной переработкой интерфейса, но и с изменением самой логики взаимодействия пользователя с системой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённое исследование позволяет сделать вывод о том, что качество порталных решений в системе высшего образования во многом зависит не столько от объёма доступных функций, сколько от того, насколько понятно и последовательно организовано взаимодействие пользователя с цифровой средой. В ходе анализа было выявлено, что основные затруднения возникают, как правило, не из-за недостатка сервисов, а вследствие сложной навигации, перегруженности интерфейса и слабой связности отдельных разделов.

Применение UX/UI-подхода показало свою эффективность при решении подобных проблем. Использование UX-методов позволило уточнить структуру портала, сделать интерфейс более понятным и упростить доступ к необходимой информации. Как показали результаты, это сказалось и на скорости выполнения задач, и на общей оценке удобства системы со стороны пользователей.

Таким образом, UX/UI-подход можно рассматривать как значимое условие проектирования и совершенствования образовательных порталов. Перспективы дальнейшего исследования связаны с расширением эмпирической базы, сравнением результатов на более широкой выборке и последующей оценкой эффективности предложенных решений после их внедрения в реальную цифровую среду вуза.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Беляков, А. И. Эргономический анализ пользовательских интерфейсов в информационных и управляющих системах // Научный лидер. — 2021. — № 14(16). — С. 12–15. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46149572> (дата обращения: 11.04.2026).
2. Бурукина, И. П. Стратегии UX-дизайна в цифровом образовательном процессе // Образование и наука. — 2026. — URL: <https://edumag.mrsu.ru/content/pdf/26-1/08.pdf> (дата обращения: 11.04.2026).
3. Кирьянов, Д. А. Формирование требований к интерфейсу сайта вуза // Научные журналы РЦСИ. — 2023. — URL: <https://journals.rcsi.science/2454-0676/article/view/362305> (дата обращения: 11.04.2026).
4. Никульчев, Е. В., Гусев, А. А., Газанова, Н. Ш., Магомедов, Ш. Г. Контроль вовлеченности в интерактивное взаимодействие пользователя образовательных веб-сервисов на основе анализа реакций // Современные информационные технологии и ИТ-образование. — 2023. — Т. 19, № 2. — С. 489–497. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=65663456> (дата обращения: 11.04.2026).
5. Норман, Д. А. Дизайн привычных вещей / пер. с англ. А. Семиной. — 6-е изд., испр. и доп. — Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2022. — 380 с.
6. Тимофеев, С. Б. Роль UX/UI-дизайна в формировании предпочтений пользователей онлайн-платформ // Символ науки. — 2025. — № 2-1. — С. 34–41. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=80331561> (дата обращения: 11.04.2026).
7. Фадеев, Д. А. Оптимизация веб-сайтов для привлечения и удержания аудитории с учётом проектирования пользовательских интерфейсов и улучшения взаимодействия // Индустриальная Россия: вчера, сегодня, завтра: сборник научных статей. — Уфа: Вестник науки, 2024. — С. 95–100. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=76092636> (дата обращения: 11.04.2026).

6.15 МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ СКЛАДОМ КОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Козырев Михаил Владимирович,
Студент бакалавриата, Донецкий государственный университет, Донецк, Россия, kf.bi.u@donnu.ru

Научный руководитель:

Гридина Валерия Валериевна,
Кандидат экономических наук, доцент Кафедры бизнес-информатики, Донецкий государственный университет, Донецк, Россия, v.gridina@donnu.ru

В исследовании рассматриваются вопросы повышения эффективности управления складом коммерческой организации. Построена модель бизнес-процессов коммерческой организации на примере ООО «Фирма «Каскад-Агро», позволяющая проанализировать структуру ее бизнес-процессов. Определено, что особое место в структуре бизнес-процессов занимает подпроцесс «Управление складом», в связи с чем выполнена его декомпозиция. Анализ диаграммы декомпозиции подпроцесса «Управление складом» позволил выявить его «узкие места». На основании полученных результатов обосновано внедрение системы управления складом (WMS) как инструмента автоматизации и оптимизации процессов.

Ключевые слова: управление складом, бизнес-процесс, «узкие места», автоматизация, система управление складом, моделирование.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в условиях коммерческого рынка, где автоматизация, скорость обработки заказов и масштабируемость бизнес-процессов становятся определяющими факторами конкурентоспособности, ручное управление складскими операциями остаётся одним из основных источников ошибок (в 50–70% случаев). Подобные ошибки приводят к пересортице, потерям продукции и отправке неверных заказов. Более того,

отсутствие автоматизированных инструментов для получения точных данных о складских запасах в режиме реального времени затрудняет своевременное сокращение излишков, что, в свою очередь, увеличивает время, затрачиваемое на поиск, сборку продукции и оформление заказов, в среднем на 15–20 минут [1; 2].

В связи с этим существует необходимость моделирования и анализа процесса управления складом для формирования целостного представления о ключевых подпроцессах, выявления «узких мест», а также определения направлений дальнейшей оптимизации и автоматизации складских операций.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Моделирование бизнес-процессов является одним из основных инструментов, который позволяет определить и отразить субъективное видение реально существующих в организациях процессов при помощи графических, табличных, текстовых способов представления. Полученное описание позволяет найти способы совершенствования бизнес-процессов, что в свою очередь позволит повысить их производительность.

Моделирование и анализ бизнес-процессов управления складом осуществим на примере коммерческой организации ООО «Фирма «Каскад-Агро», направлением деятельности которой является производство готовых кормов для животных [3]. Основные бизнес-процессы ООО «Фирма «Каскад-Агро» и их характеристика представлены в табл. 1.

На основе таблицы 1 построена модель бизнес-процессов коммерческой организации ООО «Фирма «Каскад-Агро» (рис. 1).

Особое значение в структуре бизнес-процессов коммерческой организации ООО «Фирма «Каскад-Агро» имеет процесс управления складом, поскольку эффективная организация складских процессов непосредственно влияет на сохранность сырья и готовой продукции, своевременное выполнение производственных заказов и бесперебойное снабжение клиентов. Кроме того, грамотное управление складом способствует сни-

Таблица 1. Характеристика основных бизнес-процессов коммерческой организации ООО «Фирма «Каскад-Агро»

Назва- ние бизнес- процесса	Характеристика основных бизнес- процессов
Управление де- ятельностью	Изучение объёма спроса, предпочтений по- требителей, оценку иных факторов и возмож- ностей производственного процесса
Управление складом	Приемка, проверка качества, хранение и от- грузка сырья и комбикормовой продукции, с акцентом на документальное сопровожде- ние и соблюдения условий хранения
Производство и упаковка	Производство комбикормовой продукции и отпуск её на склад
Продажа гото- вой продукции	Реализация произведенной комбикормовой продукции через различные каналы сбыта

Источник: авторская разработка

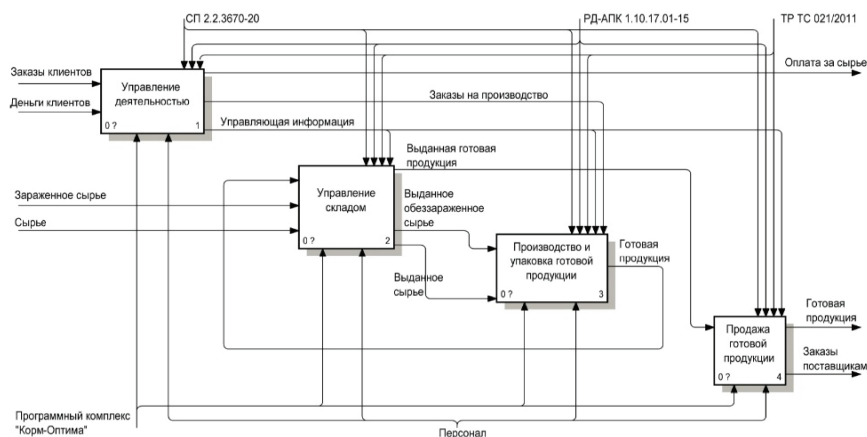
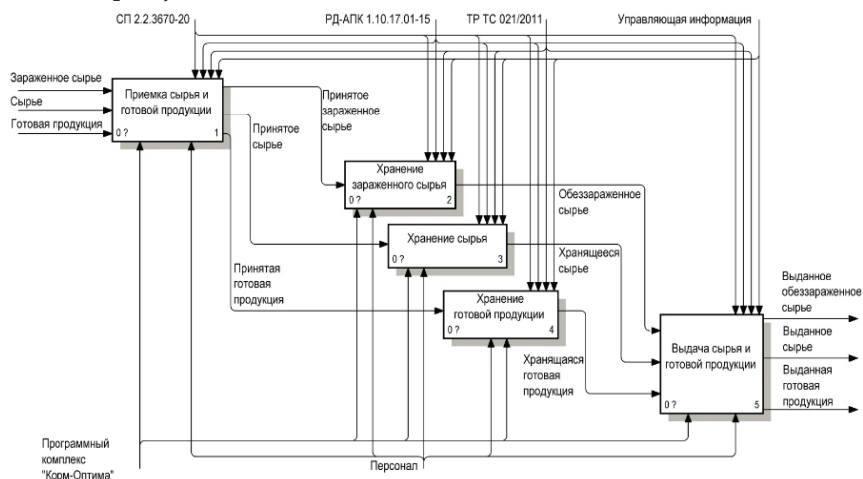


Рис. 1. Диаграмма уровня А0 модели бизнес-процессов ООО «Фирма «Каскад-Агро» в нотации IDEF0
Источник: авторская разработка

С учётом важности процесса управления складом в общей системе бизнес-процессов ООО «Фирма «Каскад-Агро» выполним декомпозицию данного подпроцесса в нотации IDEF0 (рис. 2).

К основным этапам реализации подпроцесса «Управление складом» относятся: приемка сырья и готовой продукции, хранение зараженного сырья, хранение сырья для производства продукции, хранение готовой продукции, выдача сырья и готовой продукции.



Источник: авторская разработка

Анализ подпроцесса «Управление складом» позволил выявить ряд «узких мест»: длительное время поиска сырья и готовой продукции на складе, ошибки при сборке и комплектации заказов, низкая скорость сборки заказов, сложности в управлении запасами и размещении готовой продукции, недостаточный контроль за движением готовой продукции, задержки

при обработке возвратов, перегруженность склада и нерациональное использование пространства, неоперативное информирование о состоянии заказов и остатков.

Для устранения выявленных «узких мест» подпроцесса «Управление складом» предлагается внедрение современной системы управления складом (Warehouse Management System, WMS), которая позволит комплексно оптимизировать складские операции, автоматизировать ключевые процессы и значительно повысить их эффективность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, построена модель бизнес-процессов коммерческой организации ООО «Фирма «Каскад-Агро», позволяющая комплексно отразить основные направления деятельности предприятия, выявить ключевые процессы и их взаимосвязи. Выполнена декомпозиция подпроцесса «Управление складом» как ключевого процесса в общей системе бизнес-процессов коммерческой организации ООО «Фирма «Каскад-Агро», позволяющая выделить основные функции и задачи каждого участника процесса, а также проанализировать взаимосвязи между отдельными подпроцессами, что способствует выявлению «узких мест», влияющих на эффективность управления складом. Кроме того, проведённая декомпозиция представляет собой основу для последующего моделирования, оптимизации и автоматизации процесса управления складом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автоматизация склада — полное руководство: комплексный подход, учет, внедрение, стоимость. — URL: <https://habr.com/ru/companies/intekey/articles/976004/> (дата обращения: 07.04.2026)
2. Удаленный склад: как организовать работу с помощью программы 1С и ТСД. — URL: <https://vc.ru/id3039532/2003798-udalennyyj-sklad-avtomatizatsiya-1s-tsd> (дата обращения: 07.04.2026)

3. ООО «Фирма «Каскад — Агро». — URL: <https://kaskad-agro.ru/> (дата обращения: 07.04.2026)

6.16 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ RPA-ТЕХНОЛОГИЙ В ЦИФРОВИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Сибилёв Андрей Юрьевич,
Студент магистратуры, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 244488@edu.fa.ru

Научный руководитель:
Здоровец Юлия Ивановна,
Кандидат экономических наук, доцент Кафедры бизнес-финформатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, yizdorovets@fa.ru

Во многих организациях сотрудники до сих пор тратят значительную часть рабочего времени на рутинные процессы такие как обработку документов, перенос данных между системами, проверку заявок и составление стандартной отчетности. Поэтому многие предприятия ставят перед собой основную задачу это повышение эффективности внутренних процессов, за счёт автоматизации подобных задач. Одним из инструментов, которые используют компании для автоматизации процессов являются RPA-технологии. Это программные роботы, которые могут выполнять повторяющиеся действия. Мною будут рассмотрены ситуации, когда RPA дает как положительный эффект при внедрении в предприятие, так и ситуации, когда внедрении технологии оказалось бесполезным. Вывод по итогам моего исследования следующий, внедрение RPA-технологии способствует повышению эффективности внутренних процессов, в особенности там, где сохраняется большой объем ручной работы.

Ключевые слова: RPA, автоматизация, цифровизация, бизнес-процессы, программный робот, предприятие, управление

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня практически каждая компания так или иначе использует цифровые решения. Это могут быть учетные программы, CRM-системы, сервисы документооборота, внутренние порталы и другие инструменты. Однако наличие подобных систем еще не означает полной автоматизации работы.

Если посмотреть на ежедневную деятельность сотрудников, становится заметно, что многие процессы продолжают выполняться вручную. Например, данные переносятся из одной программы в другую, письма сортируются вручную, отчеты собираются из разных источников, а часть документов согласовывается в полуручном режиме.

Обычно такие действия не воспринимаются как серьезная проблема, поскольку каждое из них занимает немного времени. Но если подобных операций десятки или сотни за день, совокупные потери становятся ощутимыми. Рабочее время расходуется на задачи, которые не требуют высокой квалификации, а сотрудники меньше времени уделяют действительно важным вопросам.

В этой связи предприятия начинают искать решения, позволяющие сократить объем рутинной работы без полной замены существующей ИТ-инфраструктуры. Одним из таких решений стала технология RPA.

ИССЛЕДОВАНИЕ

RPA-сценарий — программный робот, автоматизирующий выполнение пользовательских операций по работе с бизнес-данными в ИС/ИР Компании и на файловых ресурсах. Популярность RPA объясняется достаточно просто. Во многих организациях уже используются различные программы, но между ними нет полной интеграции. По этой причине сотрудники часто становятся “связующим звеном” между системами и вручную переносят информацию. Робот способен взять эту часть работы на себя.

Для того, чтобы наглядно рассмотреть работу технологии возьмем как пример бухгалтерию. Здесь регулярно обрабатываются счета, акты, выписки, заявки на оплату. Процесс, как правило, повторяется ежедневно и состоит из похожих шагов. Для автоматизации процесса можно использовать робота, который бы получал письмо с документом, сохранить файл, считать основные реквизиты и занести сведения в учетную систему. После этого специалист проверяет результат и при необходимости вносит корректировки.

В торговой компании полезным направлением является обработка входящих заявок. Если запросов много, менеджеры тратят значительное время на стандартные действия: открыть письмо, проверить остатки товара, посмотреть цену, отправить типовой ответ. После внедрения RPA часть этих шагов выполняется автоматически. Это не исключает работу менеджера полностью, но заметно снижает нагрузку.

Интересный эффект технология дает и в кадровых службах. Например, оформление отпусков, подготовка справок, изменение данных сотрудников и регистрация внутренних заявлений обычно происходят по понятным правилам. Роботизация таких операций позволяет сократить очереди запросов и уменьшить количество однотипной ручной работы.

В логистике значение имеет скорость обновления информации. Сведения о поставках, перемещении товаров и остатках могут находиться в разных системах. Сотрудник тратит время на сбор этих данных, тогда как робот способен делать это автоматически по расписанию. Руководитель получает готовую сводку без дополнительных задержек.

Стоит отметить и вопрос ошибок. При ручной обработке документов человек может отвлечься, неверно перенести цифру, пропустить строку или случайно отправить не тот файл. Подобные ситуации знакомы многим организациям. Робот выполняет операции по заданному сценарию, поэтому количество подобных неточностей обычно снижается.

Однако считать RPA универсальным решением было бы не-

правильно. Если процесс сам по себе запутан, содержит лишние этапы согласования или часто меняется, автоматизация не даст ожидаемого результата. Иногда сначала полезнее пересмотреть порядок работы, убрать лишние действия и только потом внедрять роботизацию.

Есть и организационная сторона вопроса. Некоторые сотрудники воспринимают появление роботов настороженно, считая, что технология приведет к сокращению персонала. На практике ситуация чаще выглядит иначе. Робот берет на себя повторяющиеся действия, а сотрудники переходят к задачам, где требуется анализ, коммуникация и принятие решений.

Экономический эффект проявляется не всегда мгновенно. Сначала предприятие замечает сокращение времени на отдельные операции. Затем уменьшается количество ошибок, снижается нагрузка в пиковые периоды, становится проще контролировать сроки выполнения задач. Через некоторое время руководство получает более предсказуемый и стабильный процесс.

Перспективным направлением считается сочетание RPA с другими технологиями. Например, чат-бот принимает обращение клиента, а программный робот выполняет действия во внутренних системах компании. В результате автоматизируется не один шаг, а целая цепочка взаимодействия.

При этом важно понимать, что успешное внедрение зависит не только от самой программы. Большое значение имеет подготовка процесса, качество исходных данных и участие сотрудников, которые знают специфику работы подразделения. Без этого даже хорошее техническое решение может использоваться неэффективно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ, который я провел показывает, что внедрение технологии RPA может быть полезным инструментом цифровизации бизнес-процессов предприятия. Из приведенных примеров

мы увидели, что заметный результат достигается там, где существует большой объем повторяющихся операций и значительные затраты времени на ручную работу.

Использование программных роботов позволяет ускорить выполнение стандартных задач, снизить вероятность ошибок и разгрузить сотрудников. Вместе с тем технология не решает все проблемы автоматически. Для получения эффекта необходимо понимать структуру процесса и правильно выбирать участки для роботизации.

Можно сделать вывод, что интерес к RPA будет сохраняться и в дальнейшем. Для предприятий это один из наиболее доступных способов повысить эффективность работы без масштабной перестройки действующих информационных систем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Балдин, К. В. Информационные системы в экономике / К. В. Балдин. — Москва: Дашков и К°, 2023. — 320 с.
2. Гаврилов, Л. П. Цифровая экономика и управление предприятиями / Л. П. Гаврилов. — Москва: КноРус, 2024. — 286 с.
3. Иванов, А. С. Автоматизация бизнес-процессов организации / А. С. Иванов // Экономика и управление. — 2024. — № 2. — С. 37–44.
4. Петров, В. Н. Применение RPA в корпоративных системах / В. Н. Петров // Информационные технологии. — 2023. — № 8. — С. 19–26.
5. Сидоров, Н. А. Цифровая трансформация предприятий / Н. А. Сидоров. — Санкт-Петербург: Питер, 2022. — 304 с.
6. Тимербаев, Р. Р. Автоматизация бизнес-процессов с использованием технологии RPA / Р. Р. Тимербаев // E-Scio. — 2019. — № 12(39). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-biznes-protsessov-s-ispolzovaniem-tehnologii-rpa/viewer> (дата обращения: 23.01.2026)
7. Введение в RPA: роботизация процессов глазами разработчика // Хабр. — URL: <https://habr.com/ru/articles/830428/> (дата обращения: 23.01.2026).

6.17 ВНЕДРЕНИЕ ГИБКИХ ПРАКТИК ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

Леонидова Кристина Алексеевна,
*Студент магистратуры, Финансовый университет при Пра-
вительстве РФ, Москва, Россия, 241318@edu.fa.ru*

Научный руководитель:

Шумаков Андрей Андреевич,
*Старший преподаватель Кафедры бизнес-информатики, Фи-
нансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия,
aashumakov@fa.ru*

В последние годы разработка программных продуктов осуществляется в условиях постоянных изменений требований и высокой неопределённости, что делает вопрос эффективности процессов особенно актуальным. Каскадные подходы к управлению проектами не всегда позволяют быстро адаптироваться к таким изменениям, что может приводить к увеличению сроков разработки и снижению качества результата. Такие модели в большей степени применимы к проектам с низким уровнем неопределенности, когда изменения относительно предсказуемы, а риски остаются под контролем на любом этапе проекта. Когда уровень неопределенности растет, то растет и потребность в более адаптивных моделях управления, в связи с чем широкое распространение получили гибкие практики и фреймворки, которые связаны с Agile-подходом. В работе рассматриваются особенности применения гибких методологий в разработке программного обеспечения, а также анализируются такие инструменты, как фреймворк Scrum и метод Kanban. Отдельное внимание уделяется метрикам, используемым для оценки эффективности процессов, включая Lead Time (время выполнения), Cycle Time (Время цикла) и Velocity (скорость команды). Показано, что применение гибких практик позволяет повысить прозрачность процессов и улучшить управляемость разработки в условиях динамичной среды.

Ключевые слова: Agile, Scrum, Kanban, эффективность разработки, Lead Time, Cycle Time, цифровая трансформация

ВВЕДЕНИЕ

Современные условия функционирования ИТ-организаций характеризуются высокой степенью неопределенности. В этих реалиях каскадные модели управления процессами разработки становятся неэффективными.

Актуальность работы обусловлена необходимостью поиска инструментов для повышения эффективности процессов разработки ПО. Одним из таких инструментов является Agile-подход, который предполагает постоянную адаптацию, периодическую поставку ценности и частую обратную связь.

ИССЛЕДОВАНИЕ

В текущих реалиях разработки ПО компании выбирают гибкие подходы к разработке. Такой переход обусловлен ростом неопределённости в требованиях и сложностью цифровых продуктов.

Каскадные модели, например, Waterfall, предполагают последовательное выполнение этапов разработки и определение требований в начале проекта. Однако в условиях высокой изменчивости такая модель становится ограничено эффективной, поскольку любое отклонение, которое не было оценено на этапе планирования проекта, требует дополнительного времени и значительных ресурсов на устранение.

Напротив, гибкие методологии набирают популярность, т.к. позволяют с наименьшими потерями реагировать на изменения, которые вызваны факторами неопределенности среды, т.е. рисками, которые нельзя ни застраховать, ни капитализировать, ни оплатить в форме заработной платы. Основа гибких практик — итеративный подход к разработке, регулярная обратная связь и частые поставки инкремента.

Наиболее популярным фреймворком, позволяющим реализовать Agile-подход, является Scrum, а наиболее популяр-

ным методом, позволяющим эволюционно развивать любой производственный процесс, является метод Kanban. Как ранее обозначено, Scrum — это фреймворк, состоящий из 5 основных событий (спринт, планирование спринта, daily, review и ретроспектива), 3 артефактов (бэклог спринта, бэклог продукта и инкремент продукта) и 3 зоны ответственности (Scrum-мастер, Scrum-команда и владелец продукта). Четкая структура Scrum способствует формализации процесса разработки и повышает его прозрачность.

Метод Kanban направлен на контроль потока задач и часто этот метод связан с наличием в команде канбан-доски, своеобразным средством визуализации рабочего процесса. Задачи перемещаются от графы «В очереди» до графы «Выполнено», таким образом определяются «узкие места», если в какой-либо из граф накопился достаточное количество задач. Метод Kanban позволяет регулировать загрузку команды без необходимости изменения организационной структуры.

Для выявления ключевых различий между каскадными моделями разработки (Waterfall) и Agile-подходом (Scrum), а также методом Kanban рассмотрим Таблицу 1.

Представленный анализ показывает, что гибкие практики обладают рядом преимуществ, в т.ч. адаптивностью и высокой скоростью реакции на изменения. При этом нужно учитывать особенности каждого проекта для корректного выбора методологии разработки ПО.

Для того, чтобы оценить эффективность разработки ПО, компании используют метрики, такие как Lead Time, Cycle Time и Velocity. Lead Time — общее время с момента возникновения запроса до полного выполнения, Cycle Time — показывает фактическое время работы над задачей, а Velocity — работа, которую команда выполняет за один спринт.

Вышеперечисленные метрики помогают строить управление процессами разработки на основе реальных данных. Эти показатели служат основой для комплексного анализа причин возможных отклонений, а также метрикой, позволяющей

Таблица 1. Сравнение Waterfall, Scrum и Метода Kanban

Критерий	Waterfall	Scrum	Метод Kanban
Подход к разработке	Последовательный	Итеративный	Непрерывный поток задач
Адаптивность к изменениям	Низкая	Высокая	Высокая
Работа с требованиями	Фиксируются на этапе планирования проекта	Уточняются в ходе периодической обратной связи	Постоянное обновление
Обратная связь	В конце проекта	После каждого спринта	Непрерывная
Прозрачность процессов	Низкая	Высокая	Высокая
Область применения	Проекты с низким уровнем неопределенности	Проекты со средней неопределенностью	Динамичные процессы

оценить эффективность внедрения гибких практик в деятельность компании.

Таким образом, проведенный теоретический анализ показывает, что применение гибких методологий в работе команды служит основой для повышения эффективности производственных процессов, в частности, из-за своей высокой адаптивности и прозрачности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теоретическое исследование показало, что из-за нарастающей сложности разрабатываемых программных продуктов каскадные модели управления разработкой становятся менее эффективны, их низкая способность к адаптивности и высокая стоимость внесения изменений потребовали перехода к Agile-методологиям.

Рассмотренный фреймворк Scrum и метод Kanban являются только частью из множества вариантов применения гибких методологий, и эти инструменты показывают, что реализация принципов адаптивности возможна как оптимизацией потока задач, так и изменением модели поставки инкремента.

Когда мы говорим о повышении эффективности, также важно учитывать и возможность отследить прогресс в измеримых показателях, для этого и используются упомянутые в работе метрики оценки эффективности.

Таким образом, использование гибких практик в совокупности с системой абсолютных показателей эффективности, дают возможность обеспечить баланс между управлением процессами и их адаптивностью к изменениям во внешней среде.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Beck K., Beedle M., van Bennekum A., Cockburn A., Cunningham W., Fowler M., Grenning J., Highsmith J., Hunt A., Jeffries R., Kern J., Marick B., Martin R. C., Mellor S., Schwaber K., Sutherland J., Thomas D. Manifesto for Agile Software Development [Электронный ресурс]. — 2001. — URL: <https://agilemanifesto.org/> (дата обращения: 21.02.2026).
2. Сазерленд Д. Scrum. Революционный метод управления проектами. Scrum. The Art of Doing Twice the Work in Half the Time / Д. Сазерленд; пер. с англ. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016. — 288 с. — URL: https://4etalka.ru/nauka_obrazovanie/delovaya_literatura/448299.htm (дата обращения: 14.04.2026).
3. Андерсон, Д. Дж. Канбан: краткое руководство / Д. Дж. Андерсон, Э. Кармайкл. — Электрон. текстовые дан. — [Б. м.]: LeanKanban University, 2016. — 1 файл: PDF. — URL: https://kanbanguide.ru/wp-content/uploads/2018/02/Essential-Kanban-Condensed-v1.0.01.02-_rus.pdf (дата обращения: 14.04.2026).
4. Отчёт об исследовании Agile в России // ScrumTrek [Электронный ресурс]. — URL: <https://scrumtrek.ru/blog/agile->

- scrum/11200/otchet-issledovanie-agile-v-rossii-2022/ (дата обращения: 28.02.2026).
5. Найт Ф. Х. Риск, неопределенность и прибыль / Ф. Х. Найт; пер. с англ. М. Я. Каждана; науч. Ред. Пер. В. Г. Гребенников. — М.: Дело, 2003—360 с.

6.18 ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ БИЗНЕС-АНАЛИТИКИ НА УПРАВЛЕНИЕ ПРОДУКТАМИ В ЦИФРОВЫХ КОМПАНИЯХ

Павлов Михаил Сергеевич,
Студент магистратуры, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 248942@edu.fa.ru

Научный руководитель:
Колесников Андрей Викторович,
Доктор экономических наук, профессор Кафедры бизнес-информатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, avkolesnikov@fa.ru

Переход цифровых компаний к принятию решений на основе количественных данных порождает потребность в осмыслении механизмов такого перехода. Цель работы — на примере практик Яндекса, Сбера, Booking.com и Microsoft раскрыть, каким образом технологии бизнес-аналитики — панели мониторинга, контролируемые эксперименты, когортный анализ — встраиваются в жизненный цикл цифрового продукта и меняют логику отбора и оценки функциональных изменений. Методологически исследование сочетает сравнительный анализ публичных кейсов с систематизацией академических источников. Показано, что компании, выстроившие экспериментальную инфраструктуру, сокращают долю неэффективных изменений за счёт множества верифицированных улучшений.

Ключевые слова: бизнес-аналитика, управление продуктом, контролируемые эксперименты, импортозамещение, предиктивная аналитика, цифровая трансформация

ВВЕДЕНИЕ

На протяжении последнего десятилетия логика управления цифровыми продуктами претерпела принципиальные изменения. Если прежде решение о запуске функции определялось опытом руководителя, то сегодня ведущие компании выстраивают процесс вокруг измеримых данных о поведении пользователей. Яндекс проводит десятки тысяч контролируемых экспериментов ежегодно [1]. Аналитическая платформа Сбера агрегирует данные из более чем 70 источников, обеспечивая информационную основу для продуктовых решений экосистемы [2]. Платформа Microsoft ExP обрабатывает около 100 тысяч тестов в год [3].

Однако между фактом внедрения аналитических инструментов и их реальным воздействием на качество решений существует разрыв. Гудзь С. С. и Цуканова О. А. указывают, что российский рынок BI-технологий, пережив уход крупнейших западных вендоров (Microsoft Power BI, Tableau, Qlik) после 2022 года, столкнулся с барьерами при переходе на отечественные платформы: нехваткой квалифицированных специалистов и ограниченной функциональностью ряда локальных решений [4]. Эта ситуация усугубляет проблему формального внедрения: компании разворачивают аналитические системы, но не включают их в регулярный цикл планирования.

Цель настоящей работы — систематизировать механизмы влияния технологий бизнес-аналитики на процессы управления продуктами и сформулировать условия, при которых аналитические инструменты действительно повышают обоснованность решений.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Инструментарий бизнес-аналитики, применяемый в продуктовых подразделениях, неоднороден по назначению. На уровне визуализации и мониторинга располагаются платформы интерактивных панелей. В условиях импортозамещения российские компании переходят на отечественные решения: Yandex

DataLens, Visiology, Polymatica, «Навигатор BI» от Сбера. По оценке журнала «Бизнес-информатика», к 2025 году объём отечественного рынка BI-платформ демонстрирует устойчивый рост, а доля российских разработчиков увеличилась с 30% в 2023 году до существенно более высоких значений [4]. Параллельно ряд организаций использует открытые решения — Apache Superset, позволяющий работать через прямые SQL-запросы к хранилищам данных без лицензионных отчислений.

Второй уровень составляют системы продуктовой аналитики, ориентированные на событийный анализ пользовательского поведения: построение воронок конверсии, расчёт когортного удержания, сегментацию аудитории. Яндекс Метрика, оснащённая модулем Varioqub, предоставляет российским компаниям возможность проводить контролируемые эксперименты непосредственно из интерфейса аналитической системы [1].

Третий — наиболее трансформирующий — уровень связан с контролируемым экспериментированием. Кейс Booking.com, описанный С. Томке, демонстрирует предельный масштаб: на платформе одновременно функционируют свыше тысячи экспериментов [5]. Около девяти из десяти тестов не дают положительного результата, однако именно это составляет ценность подхода — он отсекает изменения, которые казались перспективными, но не улучшали ключевых показателей. Р. Кохави, Д. Тан и Я. Сюй на материале Microsoft подтвердили, что треть экспериментов приводит к деградации метрик, обнаружить которую без контролируемого теста невозможно [6].

Воздействие аналитики прослеживается на каждом этапе жизненного цикла продукта. При формировании гипотез анализ воронок фокусирует ресурсы на «узких местах» пользовательского пути. При ранжировании задач формализованные оценки охвата заменяют экспертные догадки. На этапе оценки результатов когортный анализ отделяет кратковременный всплеск от устойчивого изменения поведения.

Вместе с тем, как подчёркивает Лапидус Л. В., цифровая трансформация — не разовый технологический проект, а си-

стемное изменение управленческой логики [7]. Канеман Д. показал, что эксперты склонны переоценивать собственные прогнозы [8] — в продуктовых подразделениях это проявляется в запуске непроверенных изменений. Для российской ИТ-отрасли проблема дополнительно осложняется необходимостью одновременно решать задачи миграции с иностранных платформ и повышения аналитической зрелости — два процесса, конкурирующих за ограниченные ресурсы специалистов.

Ограничения количественного подхода также значимы. Стрэттерн М. предупреждала: когда показатель превращается в цель, он утрачивает свойства надёжного индикатора [9]. Федеральный закон № 152-ФЗ устанавливает границы обработки персональных данных, что влияет на полноту аналитической информации, доступной продуктовым подразделениям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технологии бизнес-аналитики трансформируют управление продуктами на нескольких уровнях. Операционно — панели мониторинга сокращают время обнаружения аномалий. Тактически — контролируемые эксперименты превращают запуск функций из волевого решения в верифицируемую процедуру. Для российских компаний актуальность усиливается задачами импортозамещения: переход на отечественные BI-платформы открывает возможность пересмотреть не только технологический стек, но и процессы использования данных при принятии решений. Дальнейшие исследования целесообразно направить на оценку связи между аналитической зрелостью российских цифровых компаний и финансовыми показателями их продуктов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Яндекс. Теперь A/B-эксперименты можно проводить прямо в Метрике [Электронный ресурс] // Новости Яндекс Рекламы. URL: <https://yandex.ru/adv/news/teper-a-b-eksperimenty-mozhno-provodit-priamo-v-metrike> (дата обращения: 10.04.2026).

2. СберАналитика. Data Driven подход — что это такое, на каких принципах и метриках основан [Электронный ресурс] // СберАналитика. URL: <https://sberanalytics.ru/blog/chto-takoe-data-driven-podhod> (дата обращения: 10.04.2026).
3. Gupta, S., Kohavi, R., Tang, D. et al. The Anatomy of a Large-Scale Experimentation Platform // Proceedings of the IEEE International Conference on Software Analysis, Evolution and Reengineering. — 2018. — DOI: 10.1109/SANER.2018.8417111.
4. Гудзь, С. С., Цуканова, О. А. Рынок ВІ-технологий в России: анализ перехода на отечественные решения в контексте импортозамещения // Бизнес-информатика. — 2025. — Т. 19, № 3. — С. 85–100. — DOI: 10.17323/2587–814X.2025.3.85.100.
5. Thomke, S. Building a Culture of Experimentation // Harvard Business Review. — 2020. — Vol. 98, No. 2. — P. 40–48.
6. Kohavi, R., Tang, D., Xu, Y. Trustworthy Online Controlled Experiments: A Practical Guide to A/B Testing. — Cambridge: Cambridge University Press, 2020. — 390 p.
7. Лапидус, Л. В. Цифровая экономика: управление электронным бизнесом и электронной коммерцией: монография. — М.: ИНФРА-М, 2019. — 381 с. — DOI: 10.12737/monography_5ad4a677581404.52643793
8. Kahneman, D. Thinking, Fast and Slow. — New York: Farrar, Straus and Giroux, 2011. — 499 p.
9. Strathern, M. Improving Ratings: Audit in the British University System // European Review. — 1997. — Vol. 5, No. 3. — P. 305–321.

6.19 ЗЕЛЁНЫЙ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ КАК ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Сергеев Андрей Дмитриевич,
Студент магистратуры, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 241313@edu.fa.ru
Научный руководитель:
Кирпичев Виктор Петрович,

Кандидат химических наук, доцент Кафедры бизнес-финформатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, vpkirpichev@fa.ru

В работе рассматривается концепция зелёного интернета вещей (Green Internet of Things, GIoT) в её связи с экологическими последствиями ускоренной цифровизации. Сначала обосновывается, что массовое распространение IoT-устройств, подкреплённое развёртыванием сетей пятого поколения, приводит к нарастающим нагрузкам сразу по двум направлениям — росту потребления электроэнергии сектором информационно-коммуникационных технологий и увеличению объёмов электронных отходов. Оба процесса плохо совместимы с целями устойчивого развития. Затем показывается, что GIoT позволяет существенно снизить влияние этих факторов. Раскрываются четыре составляющих GIoT, описываются программные и аппаратные методы, а также прикладные сценарии, в которых эффект наиболее заметен.

Ключевые слова: зелёный интернет вещей, устойчивое развитие, энергоэффективность, электронные отходы, 5G, цифровая экономика, туманные вычисления.

ВВЕДЕНИЕ

Когда обсуждают перспективы интернета вещей, чаще всего речь идёт о выгодах: новых сервисах, автоматизации, удобстве. Развёртывание сетей пятого поколения (5G) принято считать одним из решающих условий массового распространения Io T. Этому способствуют технические характеристики 5G, среди которых десятикратное снижение задержек передачи данных, рост скорости и плотности подключений, стократное увеличение пропускной способности и эффективности сети [1]. На таком фундаменте число подключённых устройств в мире быстро растёт: по оценке исследовательской организации Transforma Insights, оно должно увеличиться с примерно 19,8 млрд в 2025 году до более чем 40 млрд к 2034 году [3].

За этими цифрами обычно остаётся в тени вторая сторона процесса. Каждое новое устройство — это не только новая функциональность, но и дополнительная нагрузка на окружающую среду. Цифровизация имеет материальный экологический след, и масштаб его сопоставим с эффектами целых отраслей традиционной промышленности. Цель настоящей работы — показать, во-первых, что этот след является реальной проблемой, требующей системного ответа, и, во-вторых, что концепция Green IoT (GIoT) представляет собой связный подход к проектированию и эксплуатации цифровой инфраструктуры с учётом экологических ограничений.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕНА МАССОВОГО ИОТ

Тревога по поводу экологического следа цифровизации опирается на две взаимосвязанные тенденции — рост потребления электроэнергии и накопление электронных отходов.

По данным аналитического обзора организации Enerdata, на сектор информационно-коммуникационных технологий уже сейчас приходится от 5 до 9 процентов мирового потребления электроэнергии, а при сохранении нынешних темпов перехода к Индустрии 4.0 эта доля может вырасти до 20 процентов к 2030 году [5]. Согласно данным независимого источника Ember, около 60 процентов мирового производства электроэнергии в 2023 году по-прежнему обеспечивалось за счёт ископаемых источников — угля, газа и нефти [4]. Это означает, что большая часть электроэнергии, потреблённая дата-центром, базовой станцией 5G или устройством интернета вещей, прямо превращается в дополнительные выбросы CO₂.

Производство IoT-оборудования сопряжено с расходованием ограниченных металлов, таких как медь, серебро, золото или палладий, а также использованием значительных объёмов воды и химических реагентов. Когда устройство выходит из строя, оно становится частью потока электронных отходов, причём более трети этого потока составляют малые телекоммуникационные устройства — категория, к которой относится

большая часть IoT-оборудования. По данным отчёта, подготовленного Учебным и научно-исследовательским институтом ООН, в 2022 году в мире было образовано около 62 млн тонн электронных отходов, при этом доля официально документированной переработки осталась на уровне порядка 22 процентов; остальные отходы либо попадают на полигоны, либо обрабатываются вне формального учёта, нередко с серьёзными последствиями для здоровья людей и окружающей среды [6]. Темпы образования электронного лома опережают темпы его переработки в несколько раз, и пока нет оснований ожидать, что этот разрыв сократится сам собой.

Если объединить две приведённые тенденции, картина выглядит так: число IoT-устройств в ближайшее десятилетие удвоится, и каждое из них вносит свой вклад одновременно в энергопотребление и в объём отходов, причём оба показателя на глобальном уровне уже близки к критическим. Простой количественный рост IoT без изменения подхода к его проектированию и эксплуатации входит в прямое противоречие с целями устойчивого развития.

ЗЕЛЁНЫЙ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ КАК СКВОЗНОЙ ПОДХОД

Эту проблему призван решить зелёный интернет вещей. Его ключевая особенность в том, что это не отдельная технология и не обособленный класс устройств, а способ мыслить о цифровой инфраструктуре как о системе с замкнутым жизненным циклом. Под GIoT в литературе понимают практику проектирования, производства, эксплуатации и утилизации вычислительной техники и сопутствующих подсистем (датчиков, коммуникационного оборудования, систем хранения и охлаждения) с минимально возможным воздействием на общество и окружающую среду [2].

Концепция зелёного IoT распадается на четыре взаимосвязанных компонента. Зелёное проектирование подразумевает разработку энергоэффективных архитектур устройств, серверов и систем охлаждения. Зелёное производство требует сни-

жения необходимых материалов и энергоёмкости выпуска, а также сокращения вредных выбросов на этапе изготовления компонентов. Зелёное использование охватывает минимизацию энергопотребления при штатной эксплуатации. Наконец, зелёная утилизация предполагает повторное использование устройств, ремонт и грамотную переработку. Только все четыре компонента вместе дают ощутимый эффект.

Наибольший потенциал GlоT обычно связывают с программными решениями, поскольку они дешевле в развёртывании и не требуют замены парка устройств. Среди ключевых методов — алгоритмы планирования, переводящие сенсоры между режимами ON, pre-OFF и OFF в зависимости от наличия полезной нагрузки: значительная часть энергии в типовых сенсорных сетях расходуется именно в простое, и грамотное расписание включений позволяет существенно её сократить. Второй метод — туманные (fog) вычисления, в рамках которых часть обработки данных переносится из централизованных дата-центров ближе к источнику, на промежуточные узлы между конечными устройствами и облаком. Это даёт сразу несколько эффектов: снижается нагрузка на магистральные каналы, уменьшаются задержки, появляется возможность обрабатывать данные с привязкой к местоположению, падает общее энергопотребление сети. Третий метод — использование искусственного интеллекта на периферии (edge AI), который локально фильтрует данные и передаёт в облако только релевантную их часть; это означает экономию полосы пропускания и, как следствие, экономию энергии на передачу [1]. На аппаратном уровне GlоT опирается на энергоэффективную элементную базу, отказ от непрерывной избыточной передачи данных, оптимизированные алгоритмы шифрования с минимальным числом операций над данными, а также на питание IoT-инфраструктуры от возобновляемых источников энергии.

Эффект от внедрения GlоT наиболее заметен там, где IoT уже плотно интегрирован в производственные и бытовые процессы. Так, системы умного дома позволяют удалённо управлять освеще-

щением, отоплением и бытовой техникой, сокращая и прямое потребление, и потери от забытых включёнными приборов. На промышленных предприятиях автоматизированные машины способны самостоятельно оптимизировать собственное энергопотребление при минимальном вмешательстве оператора. Цифровая медицина использует биометрические датчики, которые повышают качество и доступность медицинской помощи, одновременно сокращая необходимость в очных визитах. Умные энергосети обеспечивают динамическую балансировку генерации и потребления, а умные города объединяют управление парковками, освещением, сбором отходов и транспортными потоками. Цифровое земледелие, в свою очередь, опирается на комбинацию IoT и облачных вычислений, помогающую экономить воду, удобрения и горючее. В каждом из этих сценариев экологический выигрыш складывается из двух составляющих: прямой экономии энергии и материалов на самих IoT-устройствах и косвенного снижения выбросов за счёт более рационального управления сторонними процессами (отоплением, транспортом, поливом). Вторая составляющая, как правило, на порядок весомее первой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённый анализ позволяет сделать два связанных вывода. Во-первых, массовое распространение IoT нельзя считать экологически нейтральным процессом: оно одновременно увеличивает энергопотребление сектора ИКТ и объёмы электронных отходов, причём оба показателя уже сейчас находятся вблизи уровней, плохо совместимых с целями устойчивого развития. Во-вторых, концепция зелёного IoT предлагает практический ответ на этот вызов, охватывающий весь жизненный цикл устройства. Эффективность GIoT определяется не только экологически устойчивым подходом к жизненному циклу самих IoT-устройств, но и их способностью содействовать устойчивому развитию тех сред и отраслей, где они применяются. Перспективными направлениями дальнейших исследований

представляются использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве и мониторинге, а также проектирование IoT-устройств с явным учётом удельных выбросов CO₂ на единицу обрабатываемой информации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Albreem M. A. [и др.]. Green Internet of Things (GIoT): Applications, Practices, Awareness, and Challenges // IEEE Access. 2021. Vol. 9. С. 38833–38858.
2. Alsamhi S. H. [и др.]. Greening Internet of Things for Smart Everythings with A Green-Environment Life: A Survey and Future Prospects. 2018.
3. Current IoT Forecast Highlights [Электронный ресурс] // Transforma Insights. URL: <https://transformainsights.com/research/forecast/highlights> (дата обращения: 15.04.2026).
4. Electricity Data Explorer [Электронный ресурс] // Ember. URL: <https://ember-energy.org/data/electricity-data-explorer> (дата обращения: 15.04.2026).
5. Information & Communication Could Consume up to 20% of Electricity in 2030 [Электронный ресурс] // Enerdata. URL: <https://www.enerdata.net/publications/executive-briefing/between-10-and-20-electricity-consumption-ict-sector-2030.html> (дата обращения: 15.04.2026).
6. The Global E-waste Monitor 2024 [Электронный ресурс] // E-Waste Monitor. URL: <https://ewastemonitor.info/the-global-e-waste-monitor-2024/> (дата обращения: 15.04.2026).

6.20 МОДЕЛЬ ИНТЕГРИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ УНИВЕРСИТЕТОМ НА БАЗЕ ЕДИНОЙ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ

Вустина Злата Дмитриевна,

*Студент бакалавриата, Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Полоцк, Республика Беларусь,
z.d.vustina@students.psu.by*

Пауков Владислав Дмитриевич,
Студент бакалавриата, Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Полоцк, Республика Беларусь,
v.d.paikov@students.psu.by

Научный руководитель:
Петрович Ольга Николаевна,
Кандидат технических наук, доцент, Декан факультета информационных технологий, Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Полоцк, Республика Беларусь,
o.petrovich@psu.by

Современные университеты сталкиваются с проблемой «архитектуры потерь»: до 35% рабочего времени административного персонала затрачивается на ручной сбор отчетности. В условиях реализации программ развития до 2030 года критически важным становится переход к единому цифровому контуру управления. Проектирование и обоснование модели интегрированного управления вузом на базе единой цифровой платформы, обеспечивающей автоматизацию KPI и прозрачность взаимодействия между ректоратом, деканатами и студенческим самоуправлением. В работе представлена трехуровневая модель разграничения доступа и архитектура системы, включающая интеллектуального ИИ-ассистента для генерации аналитики. На основе 14 глубинных интервью (CustDev) подтверждена способность платформы сократить административную рутину на 70%. Экономические расчеты демонстрируют высокую эффективность решения. Внедрение модели напрямую способствует достижению показателей цифровой зрелости университета к 2030 году.

Ключевые слова: цифровизация университета, интегрированное управление, искусственный интеллект, автоматизация отчетности, архитектура разграничения доступа, оптимизация трудозатрат.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях глобальной цифровизации высшего образования важным фактором конкурентоспо-

способности ВУЗа становится эффективностью его внутренней системы управления. Текущая модель административного взаимодействия во многих образовательных организациях характеризуется разрозненностью данных, использованием изолированных Excel-таблиц и бумажных носителей, что приводит к отсутствию единого центра сбора и хранения данных. Проведенный анализ бизнес-процессов на примере Полоцкого государственного университета имени Евфросинии Полоцкой (ПГУ) показал, что до 35% рабочего времени административно-управленческого персонала (АУП) затрачивается на ручной сбор и верификацию отчетности. При этом руководство получает аналитические сводки с задержкой от одного дня до трех дней, что исключает возможность принятия оперативных управленческих решений в режиме реального времени.

Целью данного исследования является проектирование и обоснование модели интегрированного управления университетом на базе единой цифровой платформы. Данная разработка призвана обеспечить достижение ключевых показателей программы развития университета до 2030 года, в частности, в рамках подпрограммы «Университет цифровой».

ИССЛЕДОВАНИЕ

1. Методология и диагностика текущих ограничений

В марте 2026 года было проведено исследование методом глубинных интервью (CustDev), охватившее 14 респондентов, представляющих все уровни управления: от проректоров до руководителей студенческих советов факультетов. Результаты диагностики подтвердили гипотезу о системных несоответствиях: дублирование ввода данных деканатами и студсоветами, отсутствие метрик в режиме реального времени для ректората и низкая прозрачность внеучебной активности студентов. Установлено, что один факультет формирует от 15 до 25 отчетов в месяц, затрачивая на один документ от 2 до 4 часов ручного труда.

2. Архитектура иерархической модели платформы

Предложенная модель платформы базируется на трехуровневой системе доступа, объединяющей стратегические, управленческие и исполнительские функции в едином цифровом контуре.

- Уровень стратегии (Ректорат): включает интерактивные дашборды с агрегированными метриками успеваемости, научной активности и экспорта услуг с возможностью детализации до конкретного студента.
- Уровень управления (Деканат): обеспечивает ведение цифровых досье студентов, мониторинг текущей аттестации и автоматическую синхронизацию данных с первичными источниками (ведомости, учебные планы).
- Уровень вовлечения (Студенческий совет): позволяет лидерам студенческого самоуправления фиксировать активность в реальном времени, что мгновенно отображается в панели деканата, исключая необходимость ежемесячных сверок.

3. Технологические инновации и ИИ-сопровождение

Новизна модели заключается во внедрении интеллектуального ИИ-ассистента, реализованного на собственной языковой модели, обученной на регламентах и документах университета, а также размещение на собственных серверах университета, что исключает утечку конфиденциальных данных. Данный модуль позволяет генерировать сложные аналитические отчеты, графики и таблицы по запросу за 10 секунд вместо нескольких часов работы методистов.

4. Экономическая эффективность и стратегический вклад

Экономическое обоснование модели подтверждает высокую рентабельность проекта. При капитальных затратах в размере 180 000 BYN (разработка и внедрение) срок окупаемости инвестиций составляет 4,1 месяца. Оптимизация трудозатрат позволяет сократить время на подготовку отчетности, высвобождая до 21% рабочего времени сотрудников для решения других задач. Совокупный экономический эффект за 5 лет реализации проекта прогнозируется на уровне более 1,5 млн BYN.

Внедрение платформы напрямую обеспечивает рост доли цифровых административных процедур с 10% до 30% к 2030 году, что соответствует ожиданиям «Плана развития университета 2026–2030».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная модель интегрированного управления представляет собой переход к единой цифровой экосистеме университета. Реализация данной модели позволяет устранить информационные разрывы между ректоратом, факультетами и студенческим активом и даёт возможность оперативно принимать управленческие решения. Проект отвечает целям, задачки и показателям Программы развития Полоцкого Государственного Университета имени Евфросинии Полоцкой до 2030 года, способствуя росту международной конкурентоспособности вуза и повышению качества образовательного процесса через автоматизацию рутинных операций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Программа развития Полоцкого государственного университета имени Евфросинии Полоцкой на 2026–2030 годы: одобрено советом университета 23.12.2025, протокол № 5. — Новополоцк: ПГУ, 2025. — 72 с..
2. Кодекс Республики Беларусь об образовании.
3. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30.11.2021 № 683 «О Концепции развития системы образования Республики Беларусь до 2030 года».
4. Государственная программа «Беларусь интеллектуальная» на 2026–2030 годы (утв. постановлением Совета Министров РБ от 30.12.2025 № 796).
5. Указ Президента Республики Беларусь от 01.04.2025 № 135 «О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2026–2030 годы».

6.21 МИКРОСЕРВИСНАЯ АРХИТЕКТУРА КАК ИНСТРУМЕНТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА УРЕГУЛИРОВАНИЯ УБЫТКОВ КРУПНОЙ СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ

Двоглазова Анастасия Андреевна,
Студент бакалавриата, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, 223530@edu.fa.ru

Научный руководитель:

Деева Елена Алексеевна,
Кандидат экономических наук, доцент Кафедры бизнес-информатики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия, eadeeva@fa.ru

Представляется исследование вопроса совершенствования процесса урегулирования убытков в страховой компании на основе микросервисного подхода. Авторы выявляют фундаментальное противоречие российского страхового рынка: при устойчивом росте сборов (4 трлн руб. в 2025 г.) и высокой доле продаж цифровых полисов (73% полисов ОСАГО оформляются онлайн) большинство страховщиков сохраняют монолитные системы учёта, которые блокируют применение современных технологий автоматизации. Авторы показывают, что RPA, AI и микросервисная архитектура являются основными подходами совершенствования процесса урегулирования убытков в страховых компаниях, каждый из которых подтверждён мировыми практиками. По мнению авторов, монолитная архитектура является системным барьером для реализации цифровой трансформации, в то время как микросервисная архитектура создаёт технологический фундамент для создания сквозного процесса урегулирования убытков. Исследование реализуется в интересах крупной российской страховой компании, в рамках выпускной квалификационной работы.

Ключевые слова: микросервисная архитектура, урегулирование убытков, цифровизация страхования, RPA, искусственный интеллект, монолитная архитектура.

ВВЕДЕНИЕ

Российский страховой рынок демонстрирует стабильное цифровое развитие. По данным Центрального банка России совокупный

объём страховых премий в 2025 г. увеличился на 6,9% по сравнению с 2024 годом. Доля электронных продаж выросла с 15,9% в 2024 году до 17% в первом полугодии 2025 года. География продаж электронных полисов ОСАГО демонстрирует равномерное проникновение цифровых страховых услуг на территории России (см. Рисунок 1).

**Топ-5 регионов по доле продаж полисов е-ОСАГО
за 9 месяцев 2025 г.**



Рис. 1. Топ-5 регионов по доле продаж полисов е-ОСАГО за 9 месяцев 2025 г. Источник: разработано автором

Значительную долю формирует не только центральная часть России, а также уральский и южный федеральные округа. Это подтверждает, что клиенты по всей стране готовы к взаимодействию со страховщиками через цифровые каналы и ожидают цифровизации процесса урегулирования убытков.

При этом, согласно исследованию Earnix, 74% страховых компаний по-прежнему используют устаревшие технологии. На поддержание которых расходуется до 70% ИТ-бюджетов. Однако монолитные системы неспособны гибко масштабироваться под возрастающие требования рынка. Указанное про-

тиворечие, выражающееся в росте цифрового взаимодействия с клиентами при технологически ограниченной ИТ-архитектуре, указывает на актуальность переосмысления архитектурных подходов к построению систем урегулирования убытков. Цель исследования — обоснование применимости микросервисной архитектуры как инструмента преодоления узких мест в процессе урегулирования убытков, реализуемом на базе монолитной системы.

ИССЛЕДОВАНИЕ

1. Обзор современных подходов к автоматизации процесса урегулирования убытков

Анализ мировой практики позволяет выделить три технологических подхода:

- 1) Роботизированная автоматизация процессов (RPA). Устраняет ручной труд на повторяющихся рутинных операциях. При внедрении RPA в страхование отмечают: сокращение расходов на урегулирование, снижение затрат на обслуживание клиентов, сокращение количества ошибок.
- 2) Искусственный интеллект и машинное обучение (AI/ML). Обеспечивают автоматизацию интеллектуальных задач: оценку ущерба по фотографиям, выявление мошенничества, принятие решений в режиме реального времени.
- 3) Микросервисная архитектура. Подход, при котором система разбивается на независимые сервисы. Это принципиальное отличие от монолитной системы, где все компоненты взаимосвязаны и управляются как единое целое.

2. Лучшие мировые практики совершенствования процесса урегулирования убытков

Мировая практика подтверждает измеримые результаты применения каждого подхода (см. Таблица 1)

3. Монолитная архитектура как ограничивающий фактор

- Низкая производительность при пиковой нагрузке
- Сложность изменений и масштабирования
- Интеграционная сложность

Таблица 1. Кейсы автоматизации процесса урегулирования убытков

Подход	Компания	Реализованное решение	Ключевые результаты
RPA	Edelweiss Insurance + Paramatrix (Индия)	Роботизация ввода, проверки и обработки данных по заявлениям	Сокращение сроков рассмотрения на 70%; точность обработки данных 95%; повышение NPS
Микро-сервисная архитектура	Ksolves + страховщик Северной Америки	Платформа на основе экосистемы микро-сервисов Java с web-порталом	Средний срок урегулирования сокращён до 2–3 дней; Рост NPS с 68% до 92%; Снижение затраты на ИТ на 40%
RPA	Ингосстрах + PIX RPA (Россия)	OCR + роботизация сверки документов на базе платформы PIX RPA	Скорость обработки заявок в 10 раз выше; 70% заявок без участия сотрудника; улучшение качества проверки документов
AI/ML + CV	Admiral Seguros + Tractable (Испания)	Решение на основе Visual AI для бесконтактной оценки ущерба	90% случаев обрабатываются без участия эксперта; 70–75% клиентов проходят бесконтактный процесс подачи заявления
RPA + AI	Американская технологическая компания + MetaDesign + OpenAI (США)	RPA + OCR + LLM для сквозной обработки претензий	Снижение операционных расходов; повышение точности; рост удовлетворенности клиентов (CSI)

- Единая точка отказа

Отдельной проблемой выступает сложность применения RPA и AI. RPA зависит от стабильности экранных форм и часто ломается при обновлениях системы. Для AI необходимы структурированные данные, сбор которых затруднен из-за разрозненности данных в корпоративных системах. Отсутствие современных интерфейсов повышает трудоёмкость и стоимость внедрения интеллектуальных решений.

4. Микросервисная архитектура как технологический фундамент

Микросервисная архитектура позволяет реализовать независимые сервисы под конкретные бизнес-функции в урегулировании убытков. Это обеспечивает:

- Отказоустойчивость;
- Единый интеграционный слой для внешних и внутренних систем;
- Масштабирование сервисов без зависимости от других компонентов;
- Возможность применения других современных технологий на едином технологическом фундаменте

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рост рынка и цифровых ожиданий клиентов формируют устойчивый запрос на трансформацию процесса урегулирования убытков. Монолитная архитектура не позволяет быстро реагировать на данный запрос, ограничивая применение современных технологий. Микросервисный подход открывает новый путь. Он создаёт технологический фундамент, на котором другие технологии работают в единой цепочке, позволяя страховым компаниям построить сквозной процесс урегулирования убытков.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Обзор ключевых показателей деятельности страховщиков за III квартал 2025 года / Банк России. URL: <https://cbr.ru/>

- Collection/Collection/File/59454/review_insure_25Q3.pdf (дата обращения: 06.02.2026).
2. Сплетугов Ю. А. Информационные технологии на российском страховом рынке: возможности развития // Финансовый журнал. 2020. Т. 12. № 1. С. 105–116. DOI: 10.31107/2075–1990–2020–1–105–116.
 3. Modernizing a Claims Processing Platform with Java Microservices // Ksolves: [сайт]. URL: https://www.ksolves.com/case-studies/java/claims-processing-platfrom?utm_source=chatgpt.com (дата обращения: 07.02.2026).
 4. Streamlining Claims Processing With RPA // Paramatrix Technologies: [сайт]. URL: <https://www.paramatrix.com/resources/case-studies/streamlining-claims-processing-with-rpa> (дата обращения: 07.02.2026).
 5. Delivering outstanding customer services through touchless claims // Tractable: [сайт]. URL: <https://tractable.ai/case-studies/admiral-segueros/> (дата обращения: 07.02.2026).
 6. «Ингосстрах» внедрил в работу российских роботов платформы RPA // Ингосстрах: [сайт]. 2022. URL: <https://www.ingos.ru/company/news/2022/ed7696a8–5048–4cc8–1985–08d9e9eff01> (дата обращения: 08.02.2026).

Сборник трудов конференции

IV Международная научно-практическая конференция
студентов и аспирантов «Цифровизация экономики
и финансов: модели, методы и технологии»

Финансовый университет, Москва, 22–23 апреля 2026 года

Под редакцией Д. И. Коровина, В. Е. Косарева,
коллектив авторов

Главный редактор Д.В. Дерновой
Компьютерная верстка В.А. Заверяев
Корректор О.В. Якубова

Подписано в печать 6.05.2026. Формат 148×210 1/16.
Бумага офсетная. Печать цифровая.
Объем 33,625 п.л. Тираж 1000 экз. Заказ № 2657.

Издательский дом
«НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА»
Телефон 8 (495) 592 2998
E-mail: idnb11@yandex.ru, info@s-lib.com



<https://s-lib.com>

