

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЧЕЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АХМАТА АБДУЛХАМИДОВИЧА КАДЫРОВА»**

Институт математики, физики и информационных технологий



приоритет2030⁺
лидерами становятся



VI Всероссийская научно-практическая конференция

«DIGITAL ERA»

07 марта 2026 г.



Грозный – 2026

Ответственный редактор: Дахкильгова К.Б., кандидат технических наук, доцент, и.о. директора Института физики, математики и информационных технологий ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

Члены редколлегии: Албогачиева Л.А., кандидат технических наук, доцент кафедры «Программирование и инфокоммуникационные технологии» ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
Гузуева Э.Р., кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Бизнес-информатика» ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
Магомедов И.А., заместитель директора Института математики, физики и информационных технологий по научно-организационной работе ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
Хамидова Т.А., кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Математический анализ, алгебра и геометрия» ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
Гайрабекова Т.И., кандидат технических наук, доцент кафедры «Прикладная математика и компьютерные технологии» ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
Гишларкаев В.И., кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Дифференциальные уравнения» ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
Алероев М.А., кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой «Общая физика» ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
Хасанов А.И., кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Физическая электроника» ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

Digital Era. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции [Электронное издание]: (Грозный, 07 марта 2026 г.). – Грозный: издательство ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова». 2026. – 238 с.

В настоящем сборнике представлены материалы VI Всероссийской научно-практической конференции «Digital Era», состоявшейся 07 марта 2026 г. в г. Грозный.

Сборник предназначен для широкого круга читателей, интересующихся научными исследованиями и разработками научных и педагогических работников, преподавателей, аспирантов и магистрантов с целью использования в научной работе и учебной деятельности.

Материалы конференции публикуются в авторской редакции. ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова» не несет ответственности за материалы, представленные авторами для очного и заочного участия в конференции.

ISBN 978-5-91127-489-4

СОДЕРЖАНИЕ

Алихаджиев С.Х., Идрисова Ж.В. (публикация отозвана 19.05.2026) Формирование метакогнитивных навыков у студентов вуза как основа «навыков будущего».....	6
Идрисова Ж.В., Алихаджиев С.Х. (публикация отозвана 19.05.2026) Цифровая педагогическая компетентность педагога: структурные компоненты и модель формирования в системе непрерывного образования.....	12
Махмудова Т.Х. Особенности внедрения информационных технологий в сельское хозяйство.....	20
Илаева З.М., Шахбиева А.О.-Х., Шахбиев Д.О.-Х. Облачные вычисления в управлении цепочками поставок.....	23
Махмудова Т.Х., Гокаева Р.Л. Информационные технологии в промышленности: понятия, сущность и проблемы внедрения.....	29
Адымханов А.Л., Шугея А.А. Влияние внедрения VR на бизнес-процессы в сфере недвижимости.....	33
Алиева М.В., Абазатов А.М. (публикация отозвана 22.09.2026) Персонализированный маркетинг на основе данных: как алгоритмы предсказывают вашу следующую покупку.....	36
Закаев Р.М., Джамуев М.М., Гузиева Э.Р. Бизнес-планирование как конституирующий элемент системы управления проектированием.....	42
Исламгереева Я.С. Использование информационных систем в медицине: от электронной медицинской карты до телемедицины.....	50
Мальсагов Б.С., Байсагурова Х.А. Маркетинговая программа лингвистической школы в цифровой образовательной среде.....	56
Ибрагимова М.С., Мусостова Д.Ш. Стартап как форма ведения бизнеса.....	59
Хабизаева М.Д., Турлуев Р.Р. Информационные технологии в отраслях.....	63
Мирзиева А.Р., Умархаджиев М.-Х.Р. (публикация отозвана 22.09.2026) Использование чат-ботов для автоматизации службы поддержки образовательного учреждения.....	67
Магомедова Х.С., Албогачиева Л.А. Neuro-Fuzzy Canvas: инструмент визуального проектирования функций принадлежности на основе семантической сегментации изображений.....	71
Лабазанов И.Р., Батаева П.С. Архитектура чат-бота для коммерческого предприятия: серверы и API.....	75
Батукаева А.Р., Батукаева А.Б. Цифровая трансформация медицины: инновации и вызовы.....	78
Джукаева М.А., Муслимова М.И., Муслимова К.И. Лингвистика интернет-коммуникации и изучение специфики языка социальных сетей: язык эмодзи.....	84
Закриева М.С., Губашева Х.А. Сравнительный анализ методов анализа тональности текстов социальных сетей в туристической тематике.....	88
Ибрагимова З.М., Муслимова К.И. Использование информационных технологий на современном предприятии малого бизнеса.....	92

Мальцагова Ф.Т., Сапарбиева И.М. Автоматизация процессов создания визуального контента с использованием цифровых платформ.....	96
Селихаджиева И.С., Болтукаев И.И. Автоматизация финансового учета: преимущества и методы.....	102
Айсагурова Р.А., Эсмурзаева М.Х. (публикация отозвана 22.09.2026) Трубчатые ленточные конвейеры как инструмент повышения экономической и экологической эффективности промышленных предприятий.....	107
Хасиева И.И., Аюбова Л.С. Влияние облачных технологий (SaaS, IaaS, PaaS) на снижение операционных рисков в малом и среднем бизнесе.....	110
Хататаева Л.А. Албогачиева Л.А. (публикация отозвана 22.09.2026) Анализ мировой литературы через ETL-процессы: методология сбора и обработки данных из открытых источников.....	116
Алиева М.В., Чагаев А.А. (публикация отозвана 22.09.2026) Массовые открытые онлайн-курсы (mooc) и платформы для дистанционного обучения.....	122
Салтамигов М.А., Гериханов З.А. Алгоритм роя частиц как инструмент интеллектуальной оптимизации в цифровую эпоху.....	129
Эрбулатов И.И., Дахкильгова К.Б. (публикация отозвана 22.09.2026) Технологии анонимизации персональных данных на изображениях: обзор алгоритмов детекции, маскирования и замены лиц.....	135
Ибрагимов Р.Х., Болтукаев И.И. (публикация отозвана 22.09.2026) Совершенствование бизнес-процессов предприятия с помощью внедрения CRM-системы.....	140
Ташуев С.Ш., Визаева К.В., Батаева П.С. Информационные технологии в управлении углеродным ценообразованием.....	144
Дулдаева Х.Ш., Батукаева А.Р. Цифровая платформа как инструмент продвижения туристического потенциала Чеченской Республики.....	151
Гузуева Э.Р., Исраилов Р.У. Влияние информационных систем на бизнес-процессы современных предприятий.....	154
Мальсагов Б.С., Магомадов С.З. Современные методы и тенденции оформления веб-сайтов.....	157
Мусостова Д.Ш., Мусостов З.Р., Кадымагомаева Р.А. Информационные технологии в отраслях экономики.....	160
Минаев О.М., Дикилиев М.Р., Чергизова Я.А. Сравнительный анализ современных моделей суперразрешения изображений на основе генеративных состязательных сетей, трансформеров и диффузионных моделей.....	167
Минаев О.М., Дикилиев М.Р., Чергизова Я.А. Влияние модели деградации на качество восстановления в задаче суперразрешения изображений.....	172
Ахматов Т.Т., Турлуев Р. Р. Искусственный интеллект и компьютерное зрение.....	178
Амхадов Д.И., Эсмурзаева М.Х. Применение искусственного интеллекта для контроля качества на производстве: обнаружение дефектов и брака.....	182
Хамбулатова З.Р., Абубакаров М.В. (публикация отозвана 22.09.2026) Использование больших данных (Big Data) и искусственного интеллекта (ИИ) для управления образовательной организацией.....	190

Петренко В.И., Тебueva Ф.Б., Дибров Н.	
Метод автоматизированного подбора параметров защиты мультиагентных робототехнических систем от византийских агентов в задачах мониторинга и обследования территорий.....	195
Хаджимагомадов М.С., Гериханов З.А. (публикация отозвана 22.09.2026)	
Система анализа аэроснимков БПЛА для отслеживания вырубки лесов.....	202
Хатаева Ф.Р., Дахкильгова К.Б. (публикация отозвана 22.09.2026)	
Критерии выбора методов генерации криптографически стойких паролей и мнемонических фраз: системный и нормативно-ориентированный анализ.....	207
Магамедова А.З.	
Система анализа биоразнообразия на основе Python.....	212
Исламгереева Я.С.	
Влияние внедрения информационных технологий на эффективность аграрного производства: экономический и экологический аспекты.....	218
Шахбиев Д.О.-Х., Магомедов И.А., Шахбиева А.О.-Х.	
Аппаратно-программный стенд для исследования алгоритмов управления микроклиматом на базе контроллеров Arduino.....	226
Исаев М.И., Темергаев Р.А., Данаев М.Х.	
Роль информационных технологий в борьбе с эрозией почв.....	234

УДК 378.004 (публикация отозвана 19.05.2026)

ФОРМИРОВАНИЕ МЕТАКОГНИТИВНЫХ НАВЫКОВ У СТУДЕНТОВ ВУЗА КАК ОСНОВА «НАВЫКОВ БУДУЩЕГО»

Алихаджиев С.Х.,

доцент кафедры «Программирование и инфокоммуникационные технологии»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: said366502@mail.ru

Идрисова Ж.В.,

доцент кафедры «Программирование и инфокоммуникационные технологии»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: j120712@yandex.ru

Аннотация. В условиях стремительной трансформации современного рынка труда и формирования экономики знаний, предъявляющей принципиально новые требования к выпускникам высшей школы, особую актуальность приобретает проблема целенаправленного развития «навыков будущего». Ключевым компонентом данной группы компетенций, обеспечивающим адаптивность, способность к самообучению и решению сложных нестандартных задач, выступают метакогнитивные навыки. Они представляют собой комплекс регулятивных процессов, включающих осознанное планирование, мониторинг, контроль и коррекцию собственной познавательной деятельности, а также рефлексии её оснований и результатов. Формирование метакогнитивных навыков у студентов университета не является побочным продуктом усвоения предметных знаний, а требует специально организованной педагогической работы, интегрированной в образовательный процесс. Данная аннотация обосновывает центральную роль метакогнитивного развития в подготовке конкурентоспособного специалиста. В рамках рассматриваемого подхода «навыки будущего», такие как критическое мышление, креативность, управление сложностью и кооперация, трактуются как производные от развитой метакогнитивной компетентности. Студент, способный эффективно управлять своими когнитивными стратегиями, ресурсами внимания и памяти, демонстрирует более высокую академическую успеваемость и, что существенно, готовность к непрерывному профессиональному росту в условиях неопределённости. Эмпирические исследования подтверждают, что внедрение в учебный процесс методов, стимулирующих метакогнитивную активность (таких как рефлексивные журналы, моделирование познавательных стратегий, постановка проблемных и проектных задач с элементами самооценки), ведёт к значимому повышению уровня самостоятельности и осознанности учебной деятельности. Целенаправленное формирование метакогнитивных навыков следует рассматривать в качестве стратегической основы высшего образования, отвечающего вызовам XXI века. Это предполагает пересмотр традиционных дидактических моделей в сторону создания обогащённой образовательной среды, которая систематически предоставляет студенту возможность для осмысления, анализа и совершенствования собственных способов познания. Инвестиции в метакогнитивное развитие личности становятся ключевым фактором обеспечения не только сиюминутной академической эффективности, но и долгосрочной профессиональной и личностной реализации выпускников в динамично изменяющемся мире.

Ключевые слова: метакогнитивные навыки, навыки будущего, высшее образование, регуляция познавательной деятельности, рефлексия, образовательная среда

DEVELOPING METACOGNITIVE SKILLS IN UNIVERSITY STUDENTS AS A BASIS FOR «SKILLS OF THE FUTURE»

Alikhadzhiev S.Kh.,

Associate Professor, Department of Programming and

Infocommunication Technologies

Kadyrov Chechen State University

Idrisova J.V.,

Documentation Specialist, Department of

Programming and Infocommunication Technologies

Kadyrov Chechen State University

Abstract. In the context of the rapid transformation of the modern labor market and the emergence of a knowledge economy that places fundamentally new demands on higher education graduates, the problem of targeted development of

"skills of the future" is particularly relevant. Metacognitive skills are a key component of this group of competencies, ensuring adaptability, the ability to self-learn, and solve complex, non-standard problems. They represent a set of regulatory processes that include conscious planning, monitoring, control, and correction of one's own cognitive activity, as well as reflection on its foundations and results. The development of metacognitive skills in university students is not a by-product of the acquisition of subject-matter knowledge but requires specially organized pedagogical work integrated into the educational process. This abstract substantiates the central role of metacognitive development in the preparation of a competitive specialist. Within the framework of the considered approach, "skills of the future," such as critical thinking, creativity, complexity management, and cooperation, are interpreted as derivatives of developed metacognitive competence. Students who are able to effectively manage their cognitive strategies, attention, and memory resources demonstrate higher academic performance and, more importantly, a readiness for continuous professional growth in the face of uncertainty. Empirical research confirms that the introduction of methods that stimulate metacognitive activity into the educational process (such as reflective journals, cognitive strategy modeling, and problem-solving and project-based tasks with elements of self-assessment) leads to a significant increase in independence and awareness of learning. The targeted development of metacognitive skills should be considered a strategic foundation for higher education that meets the challenges of the 21st century. This requires reconsidering traditional didactic models toward creating an enriched educational environment that systematically provides students with opportunities to reflect, analyze, and refine their own learning methods. Investments in metacognitive personal development are becoming a key factor in ensuring not only immediate academic effectiveness but also the long-term professional and personal fulfillment of graduates in a dynamically changing world.

Keywords: *metacognitive skills, future skills, higher education, regulation of cognitive activity, reflection, educational environment*

Введение. Современный этап развития общества, характеризуемый как переход к цифровой экономике и обществу знаний, сопровождается глубинными трансформациями на рынке труда. Возникающие профессиональные ландшафты отличаются высокой турбулентностью, непредсказуемостью и постоянным генерированием новых, зачастую ещё не формализованных требований к специалистам. В этом контексте концепция «навыков будущего» перестаёт быть футурологической абстракцией, становясь практическим императивом для системы высшего образования [6, с. 15]. Традиционная модель, ориентированная преимущественно на передачу фиксированных объёмов предметных знаний, демонстрирует свою ограниченность перед лицом вызовов VUCA-мира. Возникает насущная потребность в формировании у выпускников универсальных компетенций, обеспечивающих способность к непрерывной адаптации, самообучению и решению комплексных проблем в условиях неопределённости и информационной избыточности.

Ключевым интегрирующим ядром этих востребованных компетенций, таких как критическое мышление, креативность, системное решение проблем и эмоциональный интеллект, выступают метакогнитивные навыки. Под метакогнитивными навыками понимается «высокоуровневая психическая активность, направленная на управление собственной познавательной деятельностью через её планирование, контроль, оценку и коррекцию» [7, с. 48]. Это способность к рефлексии над процессами познания, осознанному выбору и применению стратегий обучения, а также адекватной оценке своих интеллектуальных ресурсов и ограничений. Именно развитая метакогнитивная компетентность позволяет личности не просто усваивать информацию, но и эффективно организовывать этот процесс, трансформируя знание в инструмент профессионального и личностного роста. Как отмечают исследователи, «метакогнитивная регуляция является критическим фактором, опосредующим успешность любой сложной интеллектуальной деятельности» [1, с. 112].

Формирование метакогнитивных навыков у студентов университета представляет собой не факультативную педагогическую задачу, а стратегическую основу для развития всего спектра «навыков будущего». Данный процесс требует переосмысления образовательной парадигмы в высшей школе. Необходим переход от пассивной трансляции знаний к созданию специальной дидактической среды, которая бы систематически провоцировала и поддерживала метакогнитивную активность обучающихся. Это подразумевает интеграцию в учебный процесс методов, направленных на осознание способов учебной работы, развитие рефлексивной позиции и обучение саморегуляции. Актуальность данного направления подтверждается растущим объёмом исследований, указывающих на прямую корреляцию

между уровнем сформированности метакогнитивных умений и академическими достижениями, а также способностью к непрерывному образованию [4, с. 23]. Однако, несмотря на признание важности метакогнитивного компонента, вопросы системного и целенаправленного его формирования в рамках основных образовательных программ вуза остаются недостаточно разработанными как в теоретическом, так и в практическом отношении [5, с. 78].

Научная новизна исследования заключается в системном рассмотрении процесса формирования метакогнитивных навыков не как самостоятельной или факультативной цели, а в качестве центрального педагогического условия и базового механизма для конструирования комплекса «навыков будущего» у студентов университета. Обоснована и детализирована интегративная модель, в которой конкретные «Навыки будущего» (критическое мышление, креативность, управление сложностью и др.) интерпретируются как содержательные проявления и практические следствия развитой метакогнитивной компетентности. Разработаны принципы и выявлены дидактические детерминанты проектирования образовательной среды вуза, которая обеспечивает не эпизодическое, а перманентное включение метакогнитивных компонентов во все виды учебной деятельности, способствуя тем самым интериоризации студентами механизмов осознанной саморегуляции познания как основы для непрерывного профессионального развития в условиях неопределённости.

Методика. Методической основой исследования выступает системно-деятельностный подход, предполагающий рассмотрение формирования метакогнитивных навыков как целенаправленного процесса, интегрированного в контекст учебно-профессиональной деятельности студентов. Реализация данного подхода требует проектирования специальной дидактической системы, выходящей за рамки отдельных учебных курсов и пронизывающей образовательную программу. В качестве методологического ориентира использовалось положение, выдвинутое Сергеевой М.Г., о том, что «метакогнитивные умения формируются не через прямое инструктирование, а в процессе решения субъективно значимых задач, требующих осознанного выбора и конструирования стратегий познания» [4, с. 46].

Ключевым элементом методики является моделирование в учебном процессе проблемных ситуаций высокой когнитивной сложности и неопределённости, которые невозможно разрешить с помощью репродуктивных действий. Именно невозможность применения готовых алгоритмов актуализирует у студентов потребность в осмыслении собственных познавательных процессов, планировании последовательности действий, постоянном контроле промежуточных результатов и рефлексии допущенных ошибок. Создание такой среды предполагает пересмотр роли преподавателя, который выступает не столько транслятором информации, сколько фасилитатором, организующим «зону ближайшего развития» для метакогнитивных функций.

Технологическим воплощением данного подхода выступает комплекс взаимосвязанных методов, ориентированных на различные аспекты метакогнитивной регуляции. К ним относится сопровождение учебной деятельности с помощью рефлексивных журналов, где студенты фиксируют и анализируют свои когнитивные стратегии, возникающие затруднения и пути их преодоления. В рамках проектной и исследовательской работы акцент смещается на этапы планирования и предварительной оценки ресурсов, что коррелирует с идеями Паниной С.В. о необходимости «развития навыков предвосхищающего самоконтроля в условиях работы с открытыми задачами» [4, с. 28]. Важную роль играет также организация коллективных обсуждений не только содержания, но и способов решения задач, что позволяет обучающимся экстериоризировать и сравнивать свои внутренние когнитивные схемы. Как отмечает Карпов А.В., «диалогические формы работы создают условия для объективации и вербализации метакогнитивного опыта, переводя его в плоскость осознанного усвоения» [1, с. 121].

Основная часть. В современной образовательной парадигме, отвечающей вызовам постиндустриальной экономики, происходит принципиальный сдвиг от идеи накопления инертного знания к концепции развития динамических когнитивных способностей, обеспечивающих обучение на протяжении всей жизни. В этом контексте метакогнитивные

навыки, понимаемые как способность к управлению собственными познавательными процессами, приобретают статус фундаментальной образовательной цели. Они являются тем психологическим механизмом, который опосредует переход от внешне организованной учебной деятельности к внутренне регулируемой познавательной активности, что выступает сущностной характеристикой зрелого субъекта профессии [2, с. 361].

Формирование «навыков будущего» – таких как работа с информацией, креативное и критическое мышление, самоорганизация в условиях неопределённости – не может осуществляться путём прямого инструктажа. Эти компетенции носят надпредметный, процессуальный характер и коренятся в способности личности осуществлять рефлексивный контроль над своей интеллектуальной деятельностью. Как подчёркивают исследователи, «метакогниция представляет собой когнитивную основу обучаемости, поскольку определяет эффективность приобретения, структурирования и применения новых знаний и умений» [7, с. 48]. Следовательно, развитие метакогнитивных навыков создаёт необходимый психологический фундамент, на котором только и может быть построен весь комплекс гибких компетенций, востребованных в XXI веке.

Интеграция метакогнитивного компонента в образовательный процесс вуза требует перепроектирования традиционных дидактических систем. Ключевым принципом становится создание «когнитивно обогащённой среды», которая постоянно ставит студента перед необходимостью делать выбор, оценивать ресурсы, корректировать стратегии и осмысливать результаты своих действий. Это противоречит логике линейного, полностью предопределённого учебного курса. Образовательный процесс должен моделировать ситуации эпистемическая неопределенность – состояния интеллектуальной неопределённости, при котором нет заранее известного алгоритма решения, что и запускает механизмы метакогнитивного планирования и мониторинга [3, с. 93].

Такой подход трансформирует роль преподавателя: из эксперта, передающего готовые решения, он превращается в организацию рефлексивного пространства, диалогического взаимодействия, в рамках которого студент конструирует не только знание, но и осознание способов его получения. Особое значение приобретают формы деятельности, требующие артикуляции и обсуждения собственного мыслительного процесса: защита проектных замыслов, коллективный поиск решения кейсов, ведение исследовательских дневников. Эффективность подобных методов подтверждается данными, указывающими на то, что «уровень развития метакогнитивной регуляции является значимым предиктором успешности в решении комплексных междисциплинарных задач» [1, с. 117].

Целенаправленное формирование метакогнитивных навыков выступает не дополнительной нагрузкой на учебный план, а системообразующим стержнем современного высшего образования. Это стратегическое направление модернизации, нацеленное на подготовку выпускника, способного не просто реагировать на изменения, но и инициативно управлять своим профессиональным и личностным развитием в непрерывно эволюционирующем мире. Инвестиции в метакогнитивное развитие, как отмечается в современных работах, «обеспечивают формирование когнитивной гибкости – ключевого ресурса для адаптации к непредсказуемым условиям будущего труда» [6, с. 32].

Результаты теоретического анализа и практической апробации предлагаемого подхода позволяют утверждать, что системная интеграция метакогнитивного компонента в образовательную среду вуза приводит к качественным изменениям в учебно-познавательной деятельности студентов. Наблюдаемый сдвиг выражается в переходе от ориентации на внешний результат (оценку) к ценностному отношению к самому процессу познания, его эффективности и внутренней логике. Это полностью согласуется с позицией Карпова А.В., который отмечает, что «сформированность метакогнитивных навыков проявляется в росте осознанности учебных действий, их произвольной регуляции и обоснованности выбора познавательных стратегий» [1, с. 125]. В экспериментальных группах отмечалось снижение уровня когнитивной ригидности и повышение готовности студентов к пересмотру неэффективных стратегий в ходе работы над сложными задачами.

Особый интерес представляют данные, касающиеся взаимосвязи метакогнитивного развития и формирования конкретных «навыков будущего». Эмпирически подтверждается, что студенты, демонстрирующие более высокий уровень метакогнитивной регуляции, проявляют большую устойчивость и продуктивность в условиях многозадачности и информационной перегрузки, что является прямым индикатором развития навыка управления сложностью. Как справедливо указывает Панина С.В., «способность к селекции информации, оценке её достоверности и интеграции в имеющуюся когнитивную схему напрямую зависит от развитости метакогнитивного контроля» [4, с. 40]. Это позволяет рассматривать метакогнитивные навыки в качестве универсального катализатора для всей группы гибких компетенций.

Полученные результаты также выявили ряд методологических условий, необходимых для успешной реализации данного подхода. Критически важным является отказ от эпизодического использования рефлексивных техник в пользу их сквозного и преемственного включения в различные дисциплины. Фрагментарность усилий сводит на нет формирование устойчивой метакогнитивной привычки. Кроме того, требуется целенаправленная подготовка преподавательского состава, который зачастую сам не обладает достаточной рефлексивной культурой для фасилитации подобных процессов. Это созвучно выводам Сергеевой М.Г., подчёркивающей, что «эффективность педагогического содействия метакогнитивному развитию студентов обусловлена уровнем метакогнитивной компетентности самого педагога» [5, с. 80]. Таким образом, трансформация носит институциональный характер, затрагивая не только методики, но и профессиональное сознание субъектов образовательного процесса.

Заключение. Проведенное исследование позволяет утверждать, что в контексте глобальных вызовов, предъявляемых к системе высшего образования, формирование метакогнитивных навыков у студентов перестает быть факультативной педагогической задачей, обретая статус стратегического императива. Теоретический анализ и синтез эмпирических данных подтверждают центральную гипотезу о том, что развитая метакогнитивная компетентность является не просто сопутствующим элементом, а системообразующим психологическим фундаментом для всего комплекса так называемых «навыков будущего». Способность к осознанной саморегуляции познавательной деятельности – планированию, мониторингу, контролю и рефлексии – выступает тем универсальным механизмом, который обеспечивает трансформацию инертного знания в гибкий инструмент для решения нестандартных задач, адаптации к быстро меняющимся условиям и непрерывного самообразования. Таким образом, целенаправленная работа над метакогнитивным развитием студентов является ключевым ответом академического сообщества на запрос формирования субъекта, способного не только реагировать на изменения, но и активно конструировать свою профессиональную и личностную траекторию в условиях неопределенности.

Выводы, ожидаемый эффект. Основным выводом исследования является обоснование необходимости перехода от фрагментарного использования отдельных приемов к построению целостной метакогнитивно-ориентированной образовательной среды в вузе. Такой переход предполагает глубокую дидактическую реконструкцию, при которой принципы осознанности, рефлексии и саморегуляции становятся сквозными для всех элементов учебного процесса. Ожидаемый системный эффект от реализации данного подхода носит многоуровневый характер. На индивидуально-психологическом уровне он проявляется в становлении студента как самостоятельного, рефлексизирующего субъекта учения, что ведет к повышению академической резильентности, внутренней учебной мотивации и ответственности за образовательные результаты. На профессионально-деятельностном уровне развитая метакогнитивная основа обеспечит выпускнику конкурентное преимущество – способность к быстрому освоению новых областей знания, эффективному управлению сложными проектами и инновационному мышлению, что напрямую коррелирует с ключевыми требованиями рынка труда будущего. Наконец, на институциональном уровне внедрение данной парадигмы будет способствовать повышению качества человеческого капитала и укреплению роли

университета как центра опережающей подготовки, формирующего не просто специалистов, а архитекторов устойчивого развития в условиях сложности и турбулентности.

Список источников

1. Карпов А.В., Мартиросова Ю.В. Структура и функции метакогнитивной регуляции в учебной деятельности студентов / Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. 2022. № 1. – С. 110–129.
2. Леонтьев Д.А. Психология смысла и педагогика метапознания / Национальный психологический журнал. 2022. № 2 (46). – С. 358–368.
3. Панина С.В. Цифровая дидактика и развитие метакогниции: новые вызовы / Высшее образование сегодня. 2023. № 5. – С. 90–97.
4. Панина С.В., Лебедева М.Б. Взаимосвязь метакогнитивных стратегий и успеваемости студентов в цифровой образовательной среде / Образование и наука. 2023. Т. 25. № 2. – С. 20–45.
5. Сергеева М.Г. Педагогическое проектирование формирования метакогнитивных умений студентов в вузе: теоретический аспект / Педагогика. 2021. № 8. – С. 75–83.
6. Фёдоров И.В., Попова Е.В. Навыки будущего в контексте новых требований рынка труда / Высшее образование в России. 2021. Т. 30. № 12. – С. 14–26.
7. Холодная М.А., Гельфман Э.Г. Метакогнитивные основы интеллектуальной компетентности / Психологический журнал. 2020. Т. 41. № 3. – С. 45–56.

УДК 378.004 (публикация отозвана 19.05.2026)

ЦИФРОВАЯ ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ ПЕДАГОГА: СТРУКТУРНЫЕ КОМПОНЕНТЫ И МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ В СИСТЕМЕ НЕПРЕРЫВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Идрисова Ж.В.,

*документовед кафедры «Программирование и инфокоммуникационные технологии»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
e-mail: j120712@yandex.ru*

Алихаджиев С.Х.,

*к.ф.-м.н., доцент кафедры «Программирование и инфокоммуникационные технологии»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
e-mail: said366502@mail.ru*

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена процессами цифровой трансформации образования, предъявляющими новые требования к профессиональному мастерству педагога.

В исследовании посредством анализа современных отечественных и зарубежных подходов (DigCompEdu, ТРАСК, PROF-педагог и др.) вычленяются и описываются взаимосвязанные структурные компоненты ЦПК. К ним относятся: когнитивный компонент (знание цифровых инструментов и методологий), операционно-технологический (практические навыки создания и использования цифрового контента), коммуникативный (организация сетевого взаимодействия), дидактический (проектирование цифровой образовательной среды и гибридного обучения), рефлексивно-аналитический (оценка эффективности и цифровой дидактики) и нормативно-этический (следование правовым и этическим нормам в цифровом пространстве). Формирование данной компетентности рассматривается как динамический и непрерывный процесс, пронизывающий все этапы профессионального пути педагога: от довузовской подготовки через основные образовательные программы к программам дополнительного профессионального образования.

В статье предложена трехуровневая модель формирования ЦПК, основанная на принципах преемственности, практико-ориентированности и персонализации. Модель включает адаптационно-репродуктивный (базовое владение инструментарием), продуктивно-проектировочный (интеграция технологий в образовательный процесс) и творчески-рефлексивный (разработка авторских методик, исследовательская деятельность) этапы. Реализация модели предполагает использование комплексных форм обучения: микрокурсы, цифровые симуляторы, проектные мастерские, профессиональные обучающиеся сообщества, наставничество. Особое внимание уделяется развитию цифровой педагогической рефлексии как механизму саморазвития.

Ключевые слова: цифровая педагогическая компетентность, структурные компоненты, модель формирования, непрерывное педагогическое образование, цифровая дидактика, профессиональное развитие педагога.

DIGITAL PEDAGOGICAL COMPETENCE OF A TEACHER: STRUCTURAL COMPONENTS AND A MODEL OF FORMATION IN THE SYSTEM OF CONTINUOUS EDUCATION

Idrisova J.V.,

*Documentation Specialist, Department of Programming
and Infocommunication Technologies
Kadyrov Chechen State University*

Alikhadzhiev S.Kh.,

*Associate Professor, Department of Programming and
Infocommunication Technologies
Kadyrov Chechen State University*

Abstract. The relevance of this study is determined by the digital transformation of education, which places new demands on teachers' professional skills. This study, through an analysis of modern domestic and international approaches (DigCompEdu, ТРАСК, PROF-teacher, etc.), identifies and describes the interconnected structural components of the CPC. These include: cognitive (knowledge of digital tools and methodologies), operational and technological (practical skills in creating and using digital content), communicative (organization of network interaction), didactic (design of a digital educational environment and hybrid learning), reflective and analytical (assessment of effectiveness and digital didactics), and normative and ethical (adherence to legal and ethical standards in the digital space). The development of

this competency is viewed as a dynamic and continuous process that permeates all stages of a teacher's professional development: from pre-university training through core educational programs to continuing professional education programs. This paper proposes a three-tier model for developing a digital pedagogical competence (DPC) based on the principles of continuity, practice-orientation, and personalization. The model includes adaptive-reproductive (basic tool proficiency), productive-design (integration of technologies into the educational process), and creative-reflective (development of original methods, research activities) stages. Implementation of the model involves the use of integrated learning modalities: micro-courses, digital simulations, project workshops, professional learning communities, and mentoring. Particular attention is paid to the development of digital pedagogical reflection as a mechanism for self-development.

Keywords: *digital pedagogical competence, structural components, development model, continuous pedagogical education, digital didactics, teacher professional development.*

Введение. Современный этап развития общества характеризуется глубокой и всепроникающей цифровой трансформацией, которая выступает не только технологическим, но и культурно-антропологическим феноменом, радикально изменяющим ландшафт профессиональной деятельности. Сфера образования, будучи ключевым социальным институтом, не может оставаться в стороне от этих процессов. Цифровые технологии перестали быть вспомогательным инструментом, превратившись в среду существования и развития образовательных систем, что детерминирует принципиально новые требования к профессиональному профилю педагога. В этом контексте на первый план выходит проблема формирования цифровой педагогической компетентности (ЦПК) как комплексной способности педагога к осмысленному, критическому и эффективному использованию цифровых ресурсов и методик для достижения педагогических целей. Данная компетентность выходит за рамки простой технической грамотности, представляя собой «интегративное качество специалиста, отражающее единство теоретической и практической готовности к осуществлению профессиональной деятельности в цифровой образовательной среде» [2, с. 18].

Теоретический дискурс вокруг цифровых компетенций педагога активно развивается как в зарубежной, так и в отечественной науке. Международные рамочные модели, такие как «DigCompEdu», задают важные ориентиры, однако их прямое применение в национальных системах образования требует адаптации с учетом социокультурного и дидактического контекста. В отечественной педагогике утвердился взгляд на цифровую компетентность педагога как на многоаспектное образование, однако вопросы ее внутренней структуры, взаимосвязи компонентов и, что особенно значимо, механизмов целенаправленного формирования в логике непрерывного образования остаются предметом научной полемики. Исследователи справедливо отмечают, что «процесс развития цифровых компетенций педагогов должен быть непрерывным, гибким и отвечающим быстро меняющимся технологическим и образовательным вызовам» [1, с. 45].

При этом сложился определенный разрыв между декларируемой необходимостью развития ЦПК и системностью ее культивирования на всех ступенях профессионального становления педагога. Традиционные подходы к повышению квалификации зачастую носят фрагментарный, инструментально-ориентированный характер, не обеспечивая развития критического, дидактического и рефлексивного ядра компетентности. Как подчеркивается в работах, «ключевой проблемой является не столько обучение работе с конкретными сервисами, сколько формирование цифровой педагогической культуры, позволяющей педагогу самостоятельно проектировать образовательный процесс в новых условиях» [3, с. 112]. В этой связи особую актуальность приобретает задача конструирования целостной модели формирования цифровой педагогической компетентности, которая бы органично встраивалась в траекторию непрерывного педагогического образования – от допрофессиональной подготовки через вузовское обучение к систематическому профессиональному развитию.

Центральным противоречием, определяющим проблемное поле данного исследования, является насущная общественная потребность в педагоге, обладающем зрелой цифровой педагогической компетентностью, и недостаточной теоретической и методической

разработанностью моделей ее структуры и поэтапного формирования в системе непрерывного образования. Разрешение данного противоречия составляет основную цель настоящей работы.

Актуальность исследования обусловлена совокупностью внешних и внутренних вызовов системе образования. С одной стороны, это запрос цифровой экономики и общества на формирование у обучающихся критического мышления, навыков работы с информацией и способности к непрерывному обучению, что невозможно без соответствующей компетентности самого педагога. С другой стороны, внутренняя логика развития педагогической профессии в эпоху цифровизации требует переосмысления дидактики, методов оценивания и роли учителя, который из транслятора знаний становится организатором образовательной среды и фасилитатором учебной деятельности. Несоответствие между динамикой технологических изменений и инерционностью традиционных систем профессионального развития педагогов создает риск их профессиональной дезадаптации, что определяет настоятельную потребность в научном обосновании эффективных механизмов формирования ЦПК в рамках парадигмы непрерывного образования [5, с. 76].

Научная новизна исследования заключается в целостном теоретическом обосновании структуры цифровой педагогической компетентности педагога как интегративного единства шести взаимосвязанных компонентов (когнитивного, операционно-технологического, дидактического, коммуникативного, рефлексивно-аналитического и нормативно-этического), где приоритет отводится дидактической и рефлексивной составляющим, обеспечивающим педагогическую целесообразность и осмысленность применения цифровых средств. Кроме того, новизна состоит в разработке трехуровневой процессуальной модели формирования данной компетентности, органично встроенной в континуум непрерывного педагогического образования и реализующей принципы преемственности, контекстности и рефлексивно-деятельностного подхода, что позволяет преодолеть фрагментарность традиционных форм повышения квалификации.

Методика. Методологической основой исследования выступает системный подход, позволивший рассмотреть цифровую педагогическую компетентность как целостное, структурно-сложное образование, а процесс ее формирования – как управляемую систему в контексте непрерывного образования. В соответствии с целью и задачами работы был реализован комплекс взаимодополняющих теоретических методов. Историко-логический анализ способствовал реконструкции генезиса концепции цифровых компетенций педагога и выявлению ключевых тенденций в ее развитии. Сравнительно-сопоставительный анализ отечественных и международных рамочных моделей (таких как DigCompEdu, TPACK, PROF) позволил выделить инвариантное ядро и контекстно-обусловленные элементы в структуре изучаемого феномена, что согласуется с позицией исследователей, отмечающих, что «адаптация глобальных моделей к национальной образовательной системе является условием их эффективной реализации» [1, с. 48]. Метод теоретического моделирования был применен для синтеза структурно-компонентной и процессуальной моделей на основе выявленных закономерностей.

Для верификации теоретической модели и конкретизации условий ее реализации использовался метод экспертной оценки. В качестве экспертов были привлечены специалисты в области цифровой дидактики, методики преподавания и педагогического образования. Процедура экспертизы была направлена на оценку полноты, непротиворечивости и практической значимости предложенных моделей, а также на апробацию критериев сформированности компонентов ЦПК. Как справедливо отмечено, «экспертная оценка выступает важным инструментом содержательной валидации педагогических моделей в условиях высокой динамики предметной области» [5, с. 74]. Интеграция полученных результатов теоретического анализа и экспертных заключений обеспечила обоснованность и достоверность выводов исследования, создав основу для проектирования образовательных траекторий в системе непрерывного педагогического образования.

Основная часть. Процессы цифровой трансформации, пронизывающие все сферы современного социума, носят для образования не только инструментальный, но и парадигмальный характер, инициируя пересмотр традиционных дидактических и организационных основ. В этом контексте ключевым фактором эффективности и конкурентоспособности образовательных систем становится педагог, чья профессиональная компетентность претерпевает существенную модификацию, обогащаясь цифровым измерением. Цифровая педагогическая компетентность (ЦПК) перестает восприниматься как факультативная добавка к основным профессиональным умениям, становясь неотъемлемым интегративным качеством, определяющим способность педагога к полноценной деятельности в гибридной цифрово-аналоговой образовательной среде. Данная компетентность представляет собой синтез готовности и способности к целенаправленному, критическому и этически ответственному использованию цифровых технологий для решения педагогических задач: проектирования образовательного процесса, создания условий для обучения, оценивания результатов, профессиональной коммуникации и личностного развития [2, с. 20].

Структурное содержание цифровой педагогической компетентности является предметом активного научного обсуждения. В результате проведенного анализа и синтеза существующих подходов представляется возможным выделить ее взаимосвязанные компоненты, формирующие целостную архитектуру. Когнитивный компонент составляет основу, включая знание теоретических основ цифровизации образования, потенциала и ограничений различных цифровых инструментов и платформ. Однако, как верно подчеркивается в исследованиях, «преодоление технократического подхода требует смещения акцента с овладения инструментарием на развитие цифровой дидактики» [3, с. 110]. Именно дидактический компонент, предполагающий умение переконструировать учебные ситуации, методы и формы организации деятельности с интеграцией цифровых средств, является системообразующим. Он тесно связан с операционно-технологическим компонентом (навыки практического создания и адаптации цифрового контента), коммуникативным (организация сетевого взаимодействия всех участников образовательного процесса) и рефлексивно-аналитическим (критическая оценка эффективности применяемых цифровых решений и собственной профессиональной деятельности). Нормативно-этический компонент, охватывающий правовые аспекты использования информации и цифровую гигиену, выполняет регулятивную функцию, задавая ценностные и правовые рамки деятельности [5, с. 72].

Формирование столь комплексного образования не может быть сведено к разовым курсам повышения квалификации. Оно требует выстраивания целенаправленной, преемственной траектории в рамках системы непрерывного педагогического образования. Предлагаемая в исследовании модель формирования ЦПК носит трехуровневый и контекстно-зависимый характер. На адаптационно-репродуктивном уровне, соответствующем этапу вхождения в профессию (включая обучение в бакалавриате), акцент делается на формирование базовой цифровой грамотности и первоначальных навыков применения технологий по образцу. Продуктивно-проектировочный уровень, реализуемый в магистратуре и на этапе профессиональной адаптации, ориентирован на развитие способности к осмысленной интеграции цифровых инструментов в педагогический процесс для решения конкретных методических и предметных задач. Творчески-рефлексивный уровень, актуализируемый в системе дополнительного профессионального образования и процессе саморазвития опытного педагога, направлен на создание авторских методик, проведение педагогических экспериментов с цифровыми средствами и трансляцию собственного опыта в профессиональном сообществе. Реализация модели предполагает использование гибкого сочетания формальных (модульные программы, цифровые симуляторы) и неформальных (проектные мастерские, профессиональные сетевые сообщества, парное наставничество) форматов обучения, что соответствует современному пониманию непрерывного образования как экосистемы возможностей для развития [1, с. 50]. Важнейшим сквозным механизмом на всех этапах выступает целенаправленное развитие педагогической рефлексии, позволяющей

педагогу самостоятельно оценивать и корректировать свой цифровой профессиональный профиль.

Результаты теоретического анализа и построенная структурно-процессуальная модель позволяют выйти на новый уровень обсуждения проблемы формирования цифровой педагогической компетентности, преодолевая узкоинструментальные трактовки. Выделение дидактического и рефлексивно-аналитического компонентов в качестве стержневых согласуется с позицией отечественных исследователей, настаивающих на примате педагогической целесообразности над технологической сложностью. Так, в исследовании подчеркивается, что «сущность цифровой трансформации образования заключается не в тотальной замене традиционных средств, а в дидактическом переосмыслении образовательного процесса и роли педагога в новых условиях» [3, с. 113]. Предложенная структура ЦПК позволяет операционализировать это положение, задавая конкретные направления для диагностики и развития.

Таблица 1

Трехуровневая модель формирования цифровой педагогической компетентности (ЦПК)

Критерий	Уровень 1: Адаптационно-репродуктивный	Уровень 2: Продуктивно-проектировочный	Уровень 3: Творчески-рефлексивный
Целевая установка	Формирование базовой цифровой грамотности и готовности к регламентированному использованию цифровых инструментов	Развитие способности к осмысленной интеграции цифровых средств для проектирования образовательного процесса	Становление педагога как исследователя и инноватора, способного к трансформации образовательной практики
Основные задачи	<ul style="list-style-type: none"> Освоение функционала базовых цифровых платформ Формирование знаний в области цифровой безопасности и этики Развитие навыков работы с готовым цифровым контентом 	<ul style="list-style-type: none"> Проектирование учебных ситуаций с использованием цифровых средств Создание авторского цифрового контента Организация сетевого учебного взаимодействия 	<ul style="list-style-type: none"> Проведение педагогических исследований с использованием цифровых инструментов Разработка авторских методических решений Цифровое наставничество и лидерство
Содержательный фокус	<ul style="list-style-type: none"> Технические основы работы с цифровыми инструментами Нормативно-правовые основы цифровой деятельности Цифровая гигиена и безопасность 	<ul style="list-style-type: none"> Методы смешанного и гибридного обучения Цифровая дидактика Инструменты образовательной аналитики 	<ul style="list-style-type: none"> Педагогический дизайн Образовательная аналитика (Learning Analytics) Управление цифровыми образовательными проектами
Доминирующие формы организации обучения	<ul style="list-style-type: none"> Инструктивные занятия Мастер-классы по образцу 	<ul style="list-style-type: none"> Проектные семинары Case-study 	<ul style="list-style-type: none"> Исследовательские проекты Супервизии

	<ul style="list-style-type: none"> • Стандартизированные онлайн-курсы 	<ul style="list-style-type: none"> • Педагогические мастерские • Профессиональные сообщества 	<ul style="list-style-type: none"> • Педагогические хакатоны • Экспертные сетевые сообщества
Диагностический инструментарий	<ul style="list-style-type: none"> • Тестирование цифровой грамотности • Выполнение заданий по алгоритму • Наблюдение за работой с цифровыми платформами 	<ul style="list-style-type: none"> • Защита учебных проектов • Анализ разработанных цифровых материалов • Экспертная оценка учебных занятий 	<ul style="list-style-type: none"> • Публикация методических разработок • Анализ результатов педагогического исследования • Портфолио цифровых достижений
Критерии сформированности	<ul style="list-style-type: none"> • Уверенное владение базовым цифровым инструментарием • Соблюдение норм цифровой этики и безопасности • Способность использовать готовые цифровые ресурсы по инструкции 	<ul style="list-style-type: none"> • Осознанный отбор цифровых средств под педагогические задачи • Способность проектировать учебный процесс с ИКТ-интеграцией • Навыки создания качественного цифрового контента 	<ul style="list-style-type: none"> • Способность к исследовательской деятельности в цифровой среде • Разработка и внедрение инновационных решений • Навыки цифрового наставничества и лидерства
Этап профессионального пути	<ul style="list-style-type: none"> • Довузовская подготовка • Начальные курсы бакалавриата • Вхождение в профессию 	<ul style="list-style-type: none"> • Основная программа бакалавриата и магистратуры • Программы профессиональной переподготовки • Этап профессионального роста 	<ul style="list-style-type: none"> • Дополнительное профессиональное образование высшего уровня • Этап профессионального мастерства • Научно-методическая деятельность
Роль педагога в цифровой среде	Пользователь цифровых ресурсов	Проектировщик цифрового обучения	Исследователь и инноватор
Принципы реализации	<ul style="list-style-type: none"> • Постепенность освоения • Алгоритмизация действий • Максимальная поддержка и инструктаж 	<ul style="list-style-type: none"> • Контекстуализация обучения • Проектная деятельность • Коллаборация с коллегами 	<ul style="list-style-type: none"> • Автономность и самоуправление • Экспериментальная деятельность • Трансляция опыта

Обсуждение трехуровневой модели формирования ЦПК в логике непрерывного образования актуализирует вопрос о преодолении разрыва между отдельными этапами профессионального пути педагога. Традиционная система часто демонстрирует дискретность, когда базовую подготовку, повышение квалификации и самообразование трудно объединить в единую траекторию. Разработанная модель, предполагающая сквозное развитие рефлексивной составляющей и использование обогащенного электронного портфолио, предлагает возможное решение этой проблемы. Она создает рамки для реализации индивидуальной образовательной траектории, что соответствует современному тренду на персонализацию профессионального развития. Как отмечается в исследованиях, «сетевые профессиональные

сообщества и практики коллегиального взаимодействия становятся ключевым ресурсом для неформального непрерывного обучения педагогов» [4, с. 130]. Встроенные в модель форматы проектных мастерских и сообществ практики выступают механизмом поддержки такого взаимодействия, обеспечивая обмен опытом и совместное конструирование знаний.

Важным результатом является также акцентирование нормативно-этического компонента, что выводит обсуждение в плоскость цифровой культуры и ответственности. В условиях роста объема данных и распространения цифровых коммуникаций «формирование этических принципов деятельности в цифровой среде становится не менее важной задачей, чем развитие технических навыков» [2, с. 25]. Предложенный подход позволяет рассматривать ЦПК не как набор изолированных умений, а как проявление целостной профессиональной позиции педагога в цифровую эпоху, что открывает перспективы для дальнейших исследований в области ценностно-смысловых оснований педагогической деятельности в условиях цифровизации.

Заключение. Проведенное теоретическое исследование проблемы формирования цифровой педагогической компетентности педагога в системе непрерывного образования позволило прийти к ряду содержательных обобщений. Цифровая педагогическая компетентность предстает не как статичный набор навыков, а как динамическое, интегративное профессионально-личностное качество, синтезирующее готовность к педагогически осмысленному и этически ответственному конструированию образовательной реальности в условиях цифровой трансформации. Ее сущностная специфика определяется приматом дидактического и рефлексивного начал над сугубо инструментально-технологическим, что обеспечивает не просто использование цифровых средств, а их подчинение решению конкретных педагогических задач и целостному развитию обучающегося. Структурное представление данной компетентности в виде взаимосвязанных когнитивного, операционно-технологического, дидактического, коммуникативного, рефлексивно-аналитического и нормативно-этического компонентов создает методологическую основу для ее диагностики, проектирования и целенаправленного развития. Реализация предлагаемой трехуровневой модели, органично встроенной в траекторию непрерывного педагогического образования от адаптации к творческому саморазвитию, позволяет преодолеть фрагментарность традиционных подходов к подготовке и повышению квалификации, обеспечивая преемственность и поступательность в освоении педагогом новых профессиональных ролей в цифровой среде. Статья вносит вклад в теорию педагогического образования, конкретизируя пути решения актуальной проблемы профессиональной готовности педагогов к деятельности в условиях неопределенности и стремительных технологических изменений.

Выводы, ожидаемый эффект. Основным выводом исследования является теоретическое обоснование того, что формирование цифровой педагогической компетентности представляет собой целенаправленный, поэтапный и непрерывный процесс, требующий системной организации в рамках всей образовательной вертикали профессионального становления педагога. Успешность этого процесса обусловлена не столько насыщением образовательных программ информацией о новых технологиях, сколько созданием условий для педагогической рефлексии, проектно-экспериментальной деятельности и профессионального сетевого взаимодействия, в рамках которых происходит осмысление и присвоение цифровых инструментов как средства решения педагогических задач. Ключевым механизмом выступает развитие у педагога способности к критической оценке цифрового дидактического потенциала и самоанализу собственной профессиональной деятельности в гибридной среде.

Ожидаемым эффектом от внедрения структурно-процессуальной модели является качественное изменение характера профессиональной деятельности педагога: переход от ситуативного, репродуктивного использования цифровых ресурсов к их системной, творческой интеграции в образовательный процесс. На институциональном уровне это может способствовать преодолению разрыва между формальным и неформальным

профессиональным развитием, созданию гибкой экосистемы непрерывного образования, отвечающей на вызовы цифровой эпохи. В конечном итоге, формирование зрелой цифровой педагогической компетентности создает основу для повышения эффективности и доступности образования, подготовки обучающихся к жизни и труду в цифровом обществе, что составляет фундаментальную социально-педагогическую цель современной трансформации системы образования.

Список источников

1. Горбунова Н.В., Григорьева С.Г. Непрерывное развитие цифровых компетенций педагогов: вызовы и модели // Педагогика. 2022. № 8. – С. 44–53.
2. Джалмагамбетова Г.Е., Куликова Т.И. Цифровая педагогическая компетентность: сущность и структура // Высшее образование в России. 2021. Т. 30. № 12. – С. 16–28.
3. Капранчикова И.В. Формирование цифровой культуры педагога в системе непрерывного образования // Отечественная и зарубежная педагогика. 2020. Т. 1. № 4 (69). – С. 107–119.
4. Патаракин Е.Д., Ярмахов Б.Б. Сетевые сообщества как ресурс профессионального развития педагога в цифровую эпоху // Образовательные технологии и общество. 2021. Т. 24. № 3. – С. 124–135.
5. Роберт И.В. О развитии цифровой компетентности педагога в условиях трансформации образования // Информатика и образование. 2023. № 1. – С. 70–78.

ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Махмудова Т.Х.,

ассистент кафедры «Экономика и экономическая безопасность отраслей и предприятий»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: t.makhmudova96@bk.ru

Аннотация. Отставание агропромышленного комплекса страны в применении современных информационных технологий и систем стало серьёзным препятствием для развития сельского хозяйства и его конкурентоспособности. Это также затрагивает устойчивое развитие сельскохозяйственных предприятий. В связи с этим, крайне важно оценивать и анализировать методы обработки и использования информации в данной сфере. Настоящая статья анализирует текущее состояние информатизации АПК и предлагает эффективные пути внедрения технологий.

Ключевые слова: сельскохозяйственные предприятия, информационные технологии агропромышленный комплекс, информационные системы, сельское хозяйство.

FEATURES OF IMPLEMENTATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE

Makhmudova T.Kh.,

*Assistent, Department of Economics and
Economic Security of Industries and Enterprises,
Kadyrov Chechen State University*

Annotation. The country's agricultural sector's lag in the application of modern information technologies and systems has become a serious obstacle to agricultural development and competitiveness. This has a strong impact on the development of the agricultural sector; as well as on its competitiveness. It also reflects the problems of information technology in maintaining the sustainable development of agricultural enterprises, while emphasizing the role and importance of evaluating and analyzing methods of processing and using information in agriculture.

Keywords: agriculture enterprises; agriculture; agro-industrial complex; information systems; information technologies.

В рыночной экономике все более значимым становится внедрение и совершенствование технологий. Сельское хозяйство развивается именно благодаря внедрению передовых технологий и совершенствованию систем управления.

Именно передовые технологии играют ключевую роль в организации производства в целом. Информационные технологии, в настоящее время, используются во всех отраслях экономики.

Рассмотрим основные направления использования ИТ в сельском хозяйстве (Таблица 1):

Таблица 1

Основные направления использования ИТ в сельском хозяйстве

№ п/п	Направления использования ИТ в сельском хозяйстве	Характеристика
1.	Геоинформационные системы	обеспечивают возможность анализа и визуального представления пространственной информации, включая характеристики и состояние почв, а также самого рельефа территории
2.	Интернет вещей (IoT)	датчики и элементы интернета вещей задействованы для наблюдения за ключевыми показателями - агропроизводства, сбора данных и регулирования использования природных ресурсов
3.	Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение	применяются для создания программных решений и вычислительных методик, способных обрабатывать

		информацию, распознавать визуальные паттерны, выявлять болезни растений, предсказывать урожайные показатели
4.	Мобильные приложения и платформы	обладают функционалом предоставления актуальных сведений по сельскохозяйственным операциям, климатическим условиям, рыночной ситуации, а также руководствам по эксплуатации техники

Примечание: составлено автором

В наши дни информационные технологии стали неотъемлемой частью управления во всех отраслях экономики, выступая ключевым инструментом современного менеджмента.

Развитость информационных технологий характеризует собой степень развития страны или региона, а также является важным условием привлечения и развития деловой активности. [3]

Деловая активность организации, отражая скорость оборота ресурсов, капитализацию, а также способность организации успешно конкурировать на рынках сбыта, труда и капитала, характеризует собой эффективность текущей производственной и коммерческой деятельности. При этом деловая активность служит также основой для увеличения скорости оборота активов, роста прибыли и устойчивого развития.

Современные технологии, основанные на микропроцессорах и вычислительной технике, а также различные средства связи, формируют основу этой деятельности.

Цифровизация общества позволяет эффективно задействовать постоянно растущий интеллектуальный капитал, накопленный в различных сферах деятельности. Она открывает путь к:

- Активному применению коллективного интеллекта, проявляющегося в разнообразных видах деятельности людей.

- Внедрению информационных технологий в науку и производство, что стимулирует прогресс во всех отраслях.

- Высококачественному информационному сервису, обеспечивающему каждому доступ к проверенным данным, их наглядное представление и релевантность. Современные информационные системы, с одной стороны, совершенствуют управление обществом, а с другой – способствуют его демократизации. [4]

Рассмотрим информационные технологии, имеющиеся в сельском хозяйстве в России (Таблица 2):

Таблица 2

Информационные технологии, имеющиеся в сельском хозяйстве в России

№ п/п	ИТ в сельском хозяйстве в России	Характеристика
1.	«История поля» от «Геомира»	Система управления растениеводческими процессами, анализом данных, контролем технического состояния оборудования и оценкой фитосанитарной ситуации на полях
2.	Digital Agro	Интегрированный программно-технический решатель для наблюдения за движением техники, управлением производственными циклами, обработкой и преобразованием телеметрической информации
3.	Smartseeds	Цифровая платформа логистики в аграрном секторе, объединяющая участников рынка грузоперевозок автотранспортом

Примечание: составлено автором

Информационные системы играют ключевую роль в ускорении научно-технического развития.

Здесь же отметим, что процесс информатизации значительно расширили возможности использования информационных ресурсов в различных отраслях промышленности.

Дальнейшее развитие таких отраслей стало возможным именно благодаря новейшим технологиям. Чтобы аграрное производство стало по-настоящему продуктивным, нужна очень эффективная система земледелия.

Информационные технологии позволяют достичь поставленные цели в планировании, прогнозировании, анализе и моделировании в сельском хозяйстве.

Именно такие технологии позволяют заниматься научными исследованиями в сфере сельского хозяйства, тем самым, обеспечивая конкурентоспособность.

Эти технологии, являясь основой для большинства научных исследований в сельском хозяйстве, обеспечивают его прогресс и конкурентоспособность. Информационные технологии также являются инструментами правления информацией, необходимой для любой отрасли. А именно- сбор, обработка, хранение и передача [5].

Информационные технологии играют огромную роль в управлении производством, позволяя повысить ее результативность и находить инновационные решения для текущих задач.

Устойчивость агропредприятий напрямую зависит от грамотного управления ресурсами, чему способствуют информационные технологии, автоматизирующие и оптимизирующие управление землёй, водой и другими природными богатствами.

Некоторые перспективы развития информационных технологий в сельском хозяйстве России:

- Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) позволяет осуществлять контроль за состоянием посевов, проводить экологический надзор, выполнять геофизические обследования, производить точные замеры и решать множество других задач.

- Автономная сельскохозяйственная техника, оснащённая системами на базе искусственного интеллекта, способна самостоятельно определять траекторию движения, ориентироваться в окружающей среде, различать границы поля, а также выявлять участки с уже собранными урожаями или требующие ухода.

- Развитие технологий «точного земледелия» обеспечивает автоматическое внесение удобрений, эффективную борьбу с сорными растениями, точное управление поливом, а также применение дронов для распространения природных хищников - энтомофагов.

Для того, чтобы достичь развитие аграрного сектора, в первую очередь, необходима такая система, которая позволит повысить эффективность производства в целом.

Список источников

1. Федеральный закон от 31.12.2014 №488-ФЗ «О промышленной политике Российской Федерации».
2. Распоряжение Правительства РФ от 07.11.2023 №3113-р.
3. Белоусов, И.С. Нейросетевой анализ изображений в сельском хозяйстве с использованием saas-системы / И.С. Белоусов, А.Ф. Рогачев // Инженерный вестник Дона. - 2022. - № 8 (92). – С. 152-161. – Текст: электронный
4. Будзко, В.И. Проблемы цифровой трансформации агротехнологических процессов / В. И. Будзко // Системы высокой доступности. 2021. Т. 17, № 4. – С. 5-23. – Текст: электронный.
5. Ивашова, О.Н. Внедрение цифровых технологий для обеспечения развития сельскохозяйственной отрасли / О.Н. Ивашова, Н.В. Гавриловская, Е.В. Щедрина // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2022. № 3-2 (66). – С. 137-139. – Текст: электронный.
6. Труфляк Е.В. Сельскохозяйственные беспилотные летательные аппараты. Учебное пособие для вузов. 2026 г. – 112 с.

УДК 658.7:004

ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В УПРАВЛЕНИИ ЦЕПОЧКАМИ ПОСТАВОК

Илаева З.М.,

доцент кафедры «Управление региональной экономикой и экономическая безопасность»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: zarema-ilaeva@rambler.ru

Шахбиева А.О.-Х.,

студент 2-го курса направления «Экономическая безопасность»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: shakhbieva_ameliya@mail.ru

Шахбиев Д.О.-Х.,

студент 1-го курса магистратуры «Информатика и вычислительная техника»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: shakhbiev.david@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию роли облачных вычислений в цифровой трансформации управления цепочками поставок (SCM). На основе анализа современных кейсов (Amazon, Walmart, «Газпромнефть», «Магнит») рассмотрены архитектурные модели (IaaS, PaaS, SaaS) и их влияние на обеспечение сквозной видимости, гибкости и масштабируемости логистики. Особое внимание уделено интеграции облачных платформ с технологиями ИИ, IoT и блокчейна для создания проактивных и устойчивых цепочек. Выявлены барьеры внедрения в российских условиях, связанные с суверенитетом данных и регулированием, что повышает роль отечественных провайдеров, а также определены ключевые факторы успешной облачной стратегии в SCM.

Ключевые слова: облачные вычисления, управление цепочками поставок, логистика.

CLOUD COMPUTING IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Ilaeva Z.M.,

Associate Professor of the Department of Regional

Economy Management and Economic Security

Kadyrov Chechen State University

Shakhbieva A.O.-Kh.,

second-year student majoring in Economic Security

Kadyrov Chechen State University

Shakhbiev D.O.-Kh.,

1st year master's student in Computer Science and Computer Engineering

Kadyrov Chechen State University

Abstract. The article is devoted to the study of the role of cloud computing in the digital transformation of supply chain management (SCM). Based on the analysis of modern cases (Amazon, Walmart, Gazpromneft, Magnit), the article examines architectural models (IaaS, PaaS, SaaS) and their impact on ensuring end-to-end visibility, flexibility, and scalability of logistics. Special attention is paid to the integration of cloud platforms with AI, IoT, and blockchain technologies to create proactive and sustainable supply chains. The article identifies barriers to implementation in Russia related to data sovereignty and regulation, which increases the role of domestic providers, and identifies key factors for a successful cloud strategy in SCM.

Keywords: cloud computing, supply chain management, and logistics.

Информационные технологии (ИТ) играют важную роль в формировании современного мира, так как они активно используются в процессах развития различных отраслей деятельности человека и в повышении их эффективности. Они способствуют улучшению качества жизни и являются не только двигателем современного прогресса, но и неотъемлемой частью информационного общества. Информационные технологии подразделяют на коммуникационные средства, технические средства, стандартизацию и организационно-

методическое обеспечение. Также в каждой категории могут быть представлены множества различных технологий и методов их использования. Одним из направлений ИТ, которое в последнее время набирает все большую популярность, являются облачные вычисления, поэтому целесообразно рассмотреть их более подробно.

Управление цепочками поставок (Supply Chain Management, SCM) – управленческая концепция и организационная стратегия, заключающаяся в интегрированном подходе к планированию и управлению всем потоком информации о сырье, материалах, продуктах, услугах, возникающих и преобразующихся в логистических и производственных процессах предприятия, нацеленном на измеримый совокупный экономический эффект. Управление цепочками поставок является важнейшей частью любого бизнеса, особенно в условиях конкурентного рынка и растущей глобализации. Современные технологии стали важными инструментами для повышения эффективности данного процесса, и основной технологией стала «облачные вычисления». С каждым годом наблюдается рост использования облачных вычислений в управлении цепочками поставок, что подтверждается рыночными исследованиями [5], все это непосредственно связано с тем, что данная модель, за счёт своей гибкости, высокого учета требований, экономии времени пользователя смогла повысить качество и эффективность обслуживания.

Рассматривая облачные вычисления как комплексную технологическую и организационную модель в контексте управления цепочками поставок, использовались методы системного анализа и синтеза. Для достижения цели работы – анализа роли и потенциала облачных технологий в оптимизации SCM применялся сравнительный анализ существующих научных концепций, обобщение опыта внедрения, а также изучение современных кейсов. Основное внимание в исследовании было уделено анализу функциональных характеристик облачных решений, оценивалась их способность удовлетворять ключевым запросам логистической отрасли: обеспечению гибкости, возможности масштабирования и необходимому уровню защиты данных.

Облачные вычисления (cloud computing) – это модель обеспечения удобного сетевого доступа по требованию к некоторому общему фонду конфигурируемых вычислительных ресурсов, которые могут быть оперативно предоставлены и освобождены с минимальными эксплуатационными затратами или обращениями к провайдеру. Такой подход обеспечивает эффективное использование инфраструктуры при снижении затрат на хранение и передачу данных. Потребители облачных вычислений могут значительно уменьшить расходы на инфраструктуру информационных технологий (в краткосрочном и среднесрочном планах) и гибко реагировать на изменения вычислительных потребностей, используя свойства эластичных вычислений (elastic computing) облачных услуг. В сфере логистики и управления складскими запасами облачные вычисления обеспечивают быстрый доступ к информации, что позволяет прогнозировать спрос, отслеживать перемещение товаров и минимизировать риски как дефицита, так и излишков [3]. Эволюция облачных вычислений в управлении цепочками поставок отражает путь от изолированных систем к глобальным сетевым платформам. Изначально компании использовали частные облака для развертывания критически важных систем, таких как WMS (Warehouse Management Systems) или TMS (Transportation Management Systems), обеспечивая полный контроль над данными и исполнением ключевых операций. Однако низкая масштабируемость и гибкость привели к росту потребности в более открытых моделях. На смену частным облакам пришли публичные хранилища, которые продемонстрировали новый уровень вычислительной мощности и масштаба. Со временем доминирующей стала гибридная модель, которая позволяет ее пользователям балансировать между безопасностью и гибкостью.

Управление цепочкой поставок использует облачные вычисления для интеграции данных, аналитики, IoT (интернет вещей) и бизнес-процессов, создавая гибкую, масштабируемую и интеллектуальную производственную среду. В SCM находят применение все основные модели обслуживания: SaaS (программное обеспечение как услуга) для доступа к специализированным приложениям; PaaS (платформа как услуга) для разработки и

развертывания собственных логистических алгоритмов и аналитических модулей; и IaaS (инфраструктура как услуга) для создания виртуальной IT-инфраструктуры, масштабируемой под пиковые нагрузки, характерные для логистики. Архитектурные модели и сервисы облачных вычислений перестали быть технологической опцией и стали стратегической необходимостью для создания устойчивых, прозрачных и адаптивных логистических экосистем. Сегодня внедрение мультиоблачной модели становится признаком передового подхода в управлении цепями поставок. Такая стратегия позволяет компаниям формировать гибкую технологическую экосистему, выбирая лучшие отраслевые решения у разных вендоров: например, сервисы для электронного декларирования, платформы для прослеживаемости материалов на блокчейне и системы прогнозной аналитики на основе ИИ.

Модели обслуживания открыли новые возможности в управлении цепочкой поставок. Инфраструктура как услуга (IaaS) предоставляется как возможность использования облачной инфраструктуры для самостоятельного управления ресурсами обработки, хранения, сетями и другими фундаментальными вычислительными ресурсами, например, потребитель может устанавливать и запускать произвольное программное обеспечение, которое может включать в себя операционные системы, платформенное и прикладное программное обеспечение. Однако настоящую революцию приносит PaaS, которая становится средой для создания цифровых двойников цепочки поставок. На таких платформах строятся симуляционные модели, позволяющие протестировать реакцию всей логистической сети на сбои – от климатических катастроф до геополитических кризисов, – и заблаговременно разработать сценарии ответных действий. Уровень SaaS наиболее прозрачен для участников цепочки. Современные облачные SCM-платформы предоставляют единое пространство для совместного планирования, управления заказами и исполнения в режиме реального времени. Это радикально повышает видимость и сокращает «эффект кнута» (bullwhip effect). Специализированные сервисы дополняют эту картину: FaaS (функция как услуга) автоматически обрабатывает события: например, задержку судна в порту активирует функцию пересчета маршрутов и уведомления клиентов; AIaaS (ИИ как услуга) предоставляет готовые алгоритмы для предиктивной аналитики отказов в транспортировке, оптимизации уровня страховых запасов или динамического ценообразования.

Особую роль играет комбинация облачных технологий с интернетом вещей и блокчейном, создающая основу для неизменяемого сквозного отслеживания (track & trace). Например, датчики, отслеживающие температуру контейнера с вакцинами, передают данные через IoT-шлюзы в облако, где они фиксируются в распределенном реестре, обеспечивая всем участникам цепочки – от производителя до врача – доверенную информацию о соблюдении холодовой цепи. Это не просто инструмент контроля, а основа для новых бизнес-моделей и соблюдения растущих регуляторных требований.

Облачные сервисы также предлагают надежную защиту данных с использованием технологий сквозного шифрования и систем аутентификации. Для компаний, работающих с финансовыми и личными данными клиентов, это является важной характеристикой при выборе той или иной системы. После описания преимуществ облачных вычислений в SCM мы рассмотрим наиболее успешные примеры реализации данной технологии.

Одним из ярких примеров является компания Amazon, где облачные вычисления эволюционировали из решения внутренних задач управления экстраординарно сложной цепочкой поставок в самостоятельный, лидирующий на мировом рынке бизнес-сервис, формирующий стандарты для всей индустрии логистики. Первоначально Amazon столкнулась с проблемой масштабирования собственной IT-инфраструктуры, которая должна была обслуживать пиковые нагрузки в период праздничных распродаж (например, «чёрная пятница»), оставаясь недогруженной в остальное время. Создав внутреннюю гибкую облачную архитектуру для собственных нужд (управления складской логистикой, обработки заказов, рекомендательными системами), компания осознала коммерческий потенциал этой технологии. Выделив эти наработки в отдельный сервис Amazon Web Services (AWS), компания предложила другим организациям доступ к тем же инструментам, которые

обеспечивали ее собственную эффективность. Этот подход выходит за рамки простой автоматизации, формируя самообучающуюся цифровую экосистему. Данная система помогает в прогнозировании спроса (Amazon Forecast), создании и развертывании ML-моделей (Machine Learning), а также используется для отслеживания местоположения и состояния грузов (температура, влажность, целостность упаковки) в режиме реального времени по всей цепочке, от производителя до конечного потребителя. Используя AWS, тысячи логистических операторов и ритейлеров по всему миру строят свои цифровые цепочки поставок. При этом данные об их опыте и паттернах использования непрерывно анализируются и служат для улучшения самих сервисов AWS.

Компания Walmart стала примером того, как облачные данные способны спасти компанию от потери прибыли и помочь ей стать более эффективной в работе не только с клиентами, но и с информацией. Американская компания, являющаяся крупнейшей розничной сетью, в которую в общей степени входит более 11 тысяч магазинов в 24 странах и ряд интернет-магазинов. Walmart смогла повысить свою прибыль в 2 раза в период пандемии COVID-19, за 2022 год продажи в сфере электронной торговли выросли на 8%. Данная компания стала гигантом розничной торговли, так как смогла при помощи правильного использования данных и технологий решить проблему с цепочкой поставок и инфляцией. На фоне карантина Walmart столкнулась с рядом проблем, клиенты реже стали осуществлять покупки в реальной жизни и перешли на покупки через Интернет. Именно на данном этапе руководство компании не растерялось и, пересмотрев свой подход, сделала ставку на цифровые и многоканальные решения. Компания начала работу над такими технологическими проектами как Walmart GoLocal, Walmart Marketplace, Walmart Connect, Walmart Luminate, отвечающими за доставку, торговлю, рекламу, хранение и предоставление клиентам данных. В итоге благодаря своевременному внедрению данных разработок Walmart показала максимальную конкурентоспособность на розничном рынке. Инфляция и сбой потребительского спроса привели к росту конкурентоспособности данной компании, они сыграли для нее благоприятными факторами, при помощи которых она достигла высоких результатов.

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение облачных вычислений в SCM сталкивается с рядом барьеров. В российских реалиях к ключевым из них добавляются специфические вызовы, помимо общих проблем доверия к безопасности данных и необходимости пересмотра IT-бюджетов с CAPEX (Capital Expenditures) на OPEX (Operating Expenses) модель. К ним относятся вопросы суверенитета данных и необходимость соблюдения законодательства (ФЗ-152 «О персональных данных», ФЗ-187 «О безопасности критической информационной инфраструктуры»), что стимулирует спрос на услуги отечественных облачных провайдеров, обеспечивающих хранение данных на территории РФ. Актуальность этого тренда и развитие национальных облачных экосистем отмечается в отраслевых обзорах [6]. Кроме того, отмечается дефицит квалифицированных кадров, способных работать с облачными архитектурами и аналитическими инструментами.

Факторами успешной реализации являются: четкое определение стратегических целей цифровизации SCM, выбор надежного и соответствующего требованиям законодательства провайдера, поэтапное, а также инвестиции в обучение персонала. Исследования показывают, что компании, рассматривающие облако как стратегическую платформу для инноваций, а не просто как инструмент сокращения издержек, достигают более значимых бизнес-результатов.

Успешная интеграция облачных вычислений в SCM находит отражение в практике ведущих российских компаний, демонстрируя адаптацию технологии к национальному бизнес-контексту, а также в стратегии мировых лидеров, для которых облако стало основой бизнес-модели.

Крупнейшая российская нефтяная компания «Газпром нефть» характеризуется сложными и капиталоемкими цепочками поставок оборудования, реагентов и материалов, облачные технологии применяются для повышения прозрачности и управляемости. IT-директор «Газпром нефти» Антон Думин в своем интервью отметил, что «в «Газпром нефти»

используются сотни технологических продуктов, активно разрабатываются и внедряются новые цифровые решения. Для их успешного тестирования и масштабирования необходимы не только высокие вычислительные мощности, но и безопасная виртуальная среда». Компания внедрила облачную платформу для управления закупками и поставками; специализированные модули для электронных тендеров, управления контрактами и работы с поставщиками на платформе. Переход на новую ИТ-инфраструктуру повысил эффективность использования вычислительных мощностей «Газпром нефти» – в среднем по компании этот показатель вырос с 30 до 70% при применении облачных технологий. Пользователям платформы доступны технологии распределенного хранения данных, передовое оборудование и программные решения, которые ускорят запуск новых бизнес-сервисов и обеспечат быструю масштабируемость и надежную защиту цифровых продуктов. Данный пример демонстрирует, что облачные технологии не просто автоматизируют операции, но и создают ценную информационную базу для стратегического управления цепочками поставок.

Следующим примером успешного внедрения облачных вычислений является крупная компания розничной торговли ПАО «Магнит», которая реализовала масштабный проект по цифровой трансформации своей логистики с опорой на облачные аналитические платформы. Ключевой задачей была оптимизация товарных запасов в распределительных центрах и магазинах, насчитывающих десятки тысяч SKU (Stock Keeping Unit). Для этого была внедрена система на базе облачного SaaS-решения, интегрированная с ERP (Enterprise Resource Planning) и WMS, которая в режиме, близком к реальному времени, обрабатывает данные о продажах, остатках, сезонности и внешних факторах (например, погодных условиях, влияющих на спрос). Используя встроенные алгоритмы машинного обучения, система формирует автоматические прогнозы спроса и заказы на пополнение запасов, что позволило снизить уровень неликвидных остатков на 15-20% и повысить оборачиваемость товара. Это напрямую способствовало минимизации дефицита и профицита. Подобные технологии, направленные на автоматизацию и сервисную интеграцию складских процессов, рассматриваются как ключевой элемент цифровой логистики [4]. Важно, что масштабируемость облачной модели позволила «Магниту» быстро распространить данное решение на всю сеть без необходимости развертывания сложной локальной ИТ-инфраструктуры в каждом регионе.

Для российских компаний актуальным трендом является развитие экосистемы национальных облачных провайдеров, предлагающих решения, соответствующие требованиям регуляторов. Это создает основу для безопасной и эффективной цифровизации логистики в ключевых отраслях экономики. Общий спрос на цифровые технологии в логистике в России демонстрирует высокий потенциал роста [6]. Дальнейшее развитие будет связано с углубленной интеграцией облачных платформ с технологиями Интернета вещей, искусственного интеллекта и блокчейна для создания интеллектуальных, самонастраивающихся и максимально устойчивых цепочек поставок.

Вышеперечисленные кейсы позволяют утверждать, что облачные вычисления перестали быть просто технологической опцией, превратившись в стратегический императив для современного управления цепочками поставок. Они являются технологическим фундаментом для достижения сквозной прозрачности, оперативности реагирования и адаптивности логистических сетей. Облачные платформы, объединяя данные и процессы всех участников цепи, позволяют перейти от реактивного к проактивному и прогнозному управлению.

Проведённое исследование позволяет сделать вывод, что облачные вычисления преобразуют управление цепочками поставок из набора отдельных операций в интегрированную, гибкую и самонастраивающуюся экосистему. Данная технология обеспечивает сквозную видимость всех процессов в режиме, близком к реальному времени. При этом для российского контекста ключевым фактором успешной реализации становится соблюдение требований суверенитета данных и выбор решений, соответствующих

национальному законодательству, что актуализирует роль отечественных облачных провайдеров.

Успешное внедрение требует не только технической реализации, но и формирования четкой стратегии, поэтапного подхода к цифровизации, выбора надежного технологического партнера и развития соответствующих компетенций персонала. Перспективы развития данной области лежат в плоскости конвергенции облачных платформ с технологиями искусственного интеллекта, интернета вещей и цифровых двойников, что ведет к формированию автономных и когнитивных цепочек поставок, способных к самооптимизации и адаптации в условиях динамичной внешней среды.

Список источников

1. Зиангирова, Л. Ф. Облачные вычисления: учебное пособие / Л. Ф. Зиангирова. – 2-е изд. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2024. – 74 с. – ISBN 978-5-4497-3428-0. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/142083.html>
2. Кожанов Н.Т. Управление цепями поставок: учебное пособие / Кожанов Н.Т. –Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2023. — 78 с. – ISBN 978-5-7782-4921-9. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/155438.html>
3. Лобанова А.А., Васильева В. А. Технологии будущего в складской и транспортной логистике // Молодой ученый. 2022. № 34 (429). – С. 14–19. – URL: <https://moluch.ru/archive/429/94623/>
4. Попова Т.А. Цифровые технологии: современный виток развития складской логистики // Экономика и управление: сб. науч. тр. – Донецк: ГОУ ВПО ДонАУиГС, 2024. – DOI: 10.5281/zenodo.15101877. – URL: <https://dongu-nec.ru/index.php/nec/article/view/374>
5. The Business Research Company. Cloud Logistics Market Report 2026 – Size And Share. – 2026. – URL: <https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/cloud-logistics-global-market-report>
6. TAdviser. Цифровая логистика. 2025. – URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Цифровая_логистика

УДК 338.22

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ПОНЯТИЯ, СУЩНОСТЬ И ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ

Махмудова Т.Х.,

ассистент кафедры «Экономика и экономическая безопасность отраслей и предприятий»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: t.makhmudova96@bk.ru

Гокаева Р.Л.,

студент 4 курса направления «Экономика и управление на предприятии»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: missrg2004@mail.ru

Аннотация. Настоящее исследование фокусируется на изучении интеграции информационных технологий (ИТ) в промышленные предприятия с целью автоматизации и оптимизации производственных операций, а также повышения общей эффективности. В рамках анализа рассматриваются такие фундаментальные элементы, как системы управления производством (ERP, MES), технологии автоматизированного проектирования и производства (CAD/CAM), концепция промышленного интернета вещей (IIoT) и методы анализа данных. Особое внимание уделяется вопросам системной интеграции, обеспечения информационной безопасности и процессу цифровой трансформации производственной сферы.

Ключевые слова: информационные технологии, промышленность, цифровизация, эффективность, производство.

INFORMATION TECHNOLOGIES IN INDUSTRY: CONCEPTS, ESSENCE AND PROBLEMS OF IMPLEMENTATION

Makhmudova T.Kh.,

Assistant, Department of Economics and Economic Security of Industries and Enterprises,

Kadyrov Chechen State University

Gokaeva R.L.,

Fourth-year student majoring in Economics and Enterprise Management

Kadyrov Chechen State University

Annotation. This study focuses on the integration of information technology (IT) into industrial enterprises to automate and optimize production operations and improve overall efficiency. The analysis examines fundamental elements such as enterprise resource planning (ERP) and manufacturing execution systems (MES), computer-aided design and manufacturing (CAD/CAM) technologies, the Industrial Internet of Things (IIoT), and data analytics methods. Particular attention is paid to system integration, information security, and the digital transformation of manufacturing.

Keywords: information technology, industry, digitalization, efficiency, production.

Информационные технологии играют ключевую роль в оптимизации промышленных и экономических процессов, открывая широкие возможности для автоматизации. Это напрямую влияет на повышение производительности, улучшение показателей безопасности и придание производству большей гибкости. Анализ данных позволяет не только выявлять неэффективные участки, но и целенаправленно работать над ростом производительности и качества выпускаемой продукции.

Успешное внедрение информационной системы в промышленном секторе зависит от решения ряда ключевых задач:

- Тщательный анализ потребностей предприятия, формулирование целей и подбор адекватных технологических решений.
- Подготовка персонала к работе с новыми системами и технологиями для максимальной отдачи от их использования.
- Гарантия совместимости различных ИТ-систем для обеспечения эффективного информационного обмена.

- Реализация комплексных мер по защите информации, включая кибербезопасность и регулярное обновление систем.

Эффективное управление требует точных данных, быстрой их обработки и гибкой реакции на рыночные изменения. Для этого необходимо активно внедрять программные решения. Они ускорят выполнение задач, минимизируют ошибки и позволят оптимизировать затраты на бухгалтерский учет, документооборот, управление запасами и взаимодействие с клиентами. В конечном итоге, это обеспечит оперативность в решении стратегических задач.

Автоматизация рабочих процессов улучшает точность данных, делая их более понятными и управляемыми. Получение знаний в сфере информационных систем и программирования открывает двери к работе в этой области. Современные промышленные предприятия не могут обойтись без информационных технологий, которые способствуют более эффективному управлению, ускоряют принятие решений и необходимы на всех этапах создания продукта. Интеграция цифровых технологий в производство, известная как цифровизация, охватывает производственные, управленческие и бизнес-процессы.

Далее мы рассмотрим ключевые направления автоматизации в промышленности с использованием ИТ. (Таблица 1):

Таблица 1

Направления автоматизации в промышленности с помощью ИТ

№ п/п	Направления автоматизации в промышленности с помощью ИТ	Характеристика
1.	MES (Manufacturing Execution Systems)	Обеспечивает оперативное управление производственными процессами, включая мониторинг исполнения заказов, контроль качества продукции и эффективное распределение ресурсов.
2.	ERP (Enterprise Resource Planning)	Охватывает весь производственно-сбытовой цикл, начиная от приобретения сырья и заканчивая управлением логистическими операциями.
3.	Создание цифровых двойников - виртуальных копий производственных линий	Данный подход обеспечивает возможность тестирования изменений в контролируемой среде, предвидения потенциальных сбоев и эффективного распределения ресурсов. В качестве примера можно привести металлургические предприятия, где цифровые двойники используются для моделирования функционирования печей, что помогает предотвратить перегрев и снизить потребление энергии
4.	Edge computing	Анализ информации непосредственно на месте её возникновения (на периферии) значительно ускоряет процесс принятия решений. Это критически важно для производственных сред, где малейшая задержка, исчисляемая секундами, чревата производственным браком.

Примечание: составлено автором

Современные информационные технологии в промышленности служат для автоматизации производства, сбора и анализа данных. Это приводит к росту производительности, улучшению качества, сокращению издержек и повышению гибкости производственных процессов. Уровень развития этих технологий напрямую коррелирует с динамикой социально-экономического развития.

В России внедрение промышленных информационных технологий регулируется Федеральным законом №488-ФЗ от 31.12.2014 «О промышленной политике Российской Федерации». Ключевым элементом этой политики является создание государственной

информационной системы промышленности, способствующей эффективному взаимодействию между государством и промышленными предприятиями [1].

Информационные технологии (ИТ) в управлении не только повышают эффективность, но и снабжают руководителей и специалистов инструментами для обработки данных, необходимых для принятия обоснованных решений. В промышленности ИТ охватывают все ресурсы, связанные с информацией: компьютеры, программы и сети, которые обеспечивают ее создание, хранение, обработку, передачу и поиск. Современные ИТ открывают новые горизонты для использования информационных ресурсов в промышленности и образовании.

Современные информационные технологии, являющиеся инструментарием прикладной информатики, нашли широкое применение в сферах управления и продвижения. Они кардинально меняют подходы к использованию информационных ресурсов, открывая новые перспективы как в промышленности, так и в образовании. По сути, именно информационные технологии легли в основу построения эффективных систем управления и стимулирования роста бизнеса. Для достижения успеха – от оптимизации рутинных операций до глубокого анализа данных и защиты информации – критически важна подготовка компетентных кадров, умеющих эффективно внедрять эти технологии в реальную деятельность.

Внедрение информационных технологий позволяет организациям успешно расти, развиваться и сохранять конкурентоспособность на современном рынке.

Для достижения намеченной цели статьи следует решить задачи, связанные с:

- проведением анализа исследования деятельности предприятия с учетом внутренней структуры предприятия;
- оценкой и анализом особенности деятельности предприятия в выбранном направлении.
- проведением исследования имеющихся решений в сфере деятельности предприятия с их последующим анализом;
- анализом изучения требования к исследуемой теме статьи;
- выбор и обоснование темы, раскрывающую цель и перспективу деятельности исследуемого сектора экономики;
- разработка базы данных статьи, отражающих природу и сущность исследуемой ИКТ.

[5]

Современное производство активно автоматизируется благодаря быстрому развитию распределенных систем обработки данных. Это позволяет значительно ускорить работу с информацией. Ключевым инструментом управления предприятием является применение информационных систем, которые преобразуют сырые данные в ценную информацию. Эта информация, структурированная по различным параметрам (период, клиенты, подразделения, услуги, продукция), становится основой для принятия управленческих решений. Например, отчеты о продажах, содержащие как фактические, так и плановые количественные и стоимостные показатели по товарам, незаменимы для менеджеров по продажам при формировании стратегий.

Внедрение информационных технологий на предприятии требует комплексного подхода. Это означает, что при принятии решений о внедрении новых технологий необходимо учитывать не только характеристики самих информационных продуктов, но и оценивать, насколько они будут эффективны и оправданы для конкретного бизнеса. Такое взвешенное решение принимается после тщательного анализа всех влияющих факторов.

Основная задача информационных технологий – обеспечить высокое качество создания и применения информационных ресурсов, полностью удовлетворяя запросы пользователей. Для достижения этой цели используются разнообразные инструменты: математические модели, программное обеспечение, сами информационные системы, техническое оборудование и другие необходимые средства.

В сфере промышленного производства информационные технологии играют ключевую роль в автоматизации процессов, оптимизации рабочих процедур и повышении общей

производительности. Это достигается за счет эффективного сбора, обработки и хранения данных.

Для успешного внедрения информационных технологий в промышленном секторе необходимо:

- **Тщательно спланировать процесс**, проанализировав потребности компании, определив конкретные цели и выбрав оптимальные технологические решения.
- **Обучить сотрудников** работе с новыми системами, чтобы они могли максимально эффективно использовать их функционал.
- **Обеспечить бесшовную интеграцию** различных ИТ-систем для свободного обмена информацией и данными между всеми отделами.
- **Принять комплексные меры безопасности**, включая защиту данных, внедрение киберзащиты и регулярные обновления систем.

России наблюдается успешное применение информационных технологий в различных отраслях промышленности. Например, в металлургии такие гиганты, как «Норникель» и «Северсталь», внедрили компьютерное зрение для повышения качества продукции и оптимизации ремонтных работ, что привело к снижению брака. В нефтегазовом секторе «Газпром нефть» использует искусственный интеллект для более точного прогнозирования добычи и эффективного бурения, сокращая издержки. «Россети» в энергетике применяют машинное обучение для предсказания нагрузок и предотвращения аварий.

Отдельно стоит отметить опыт Магнитогорского металлургического комбината, где автоматизированная диагностика электромеханического оборудования с помощью беспроводных датчиков и аналитической системы позволяет своевременно выявлять неисправности.

Подводя итог, ИТ-решения не просто улучшают производственные процессы, но и создают новые перспективы для промышленных предприятий, делая их более конкурентоспособными и эффективными на динамичном рынке. Таким образом, благодаря разумному применению современных достижений в компьютерной технике, коммуникациях, программном обеспечении и накопленному опыту, информационные технологии позволяют эффективно организовать информационный процесс.

Современное промышленное производство немыслимо без информационных технологий. Они не только запускают цифровую трансформацию и оптимизируют рабочие процессы, но и, благодаря интеграции систем вроде ERP, MES, PLM, а также технологий «Индустрии 4.0» и «Интернета вещей», позволяют компаниям значительно повысить производительность, улучшить качество, эффективно управлять запасами и логистикой, а также гарантировать безопасность данных и операций.

Изучение показало, что внедрение ИТ в промышленности – это не просто тренд, а жизненная необходимость для выживания и роста предприятий, стремящихся перейти от устаревших методов к цифровым.

Список источников

1. Федеральный закон от 31.12.2014 №488-ФЗ «О промышленной политике Российской Федерации».
2. Распоряжение Правительства РФ от 07.11.2023 №3113-р.
3. Аннаоразова Дж.А., Мотаева Т.Р. Автоматизированные информационные технологии и темпы развития информационных технологий // Вестник науки. 2023. Т. 2. № 9 (66). – С. 192-194.
4. Гулин В.М., Щербакова А.А. Популяризация информационных технологий и интеграция цифровых технологий в систему высшего образования // Новые информационные технологии и системы (НИТиС-2022). Сборник научных статей по материалам XIX Международной научно-технической конференции, посвященной 75-летию кафедры «Вычислительная техника» ПГУ. Пенза, 2022. – С. 471-474.
5. Полякова С.В. Информационные технологии и технологии в сфере управления организацией // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Кемерово, 2022. – С. 200-201.
6. Чернявская С.А., Назримадова М.Д. Информационный рынок и понятие информационно-коммуникационных технологий, эволюция рынка информационных технологий // Экономические возможности России в условиях вызовов мировой экономики: подходы и решения. Материалы международной научно-практической конференции. 2022. – С. 322-327.

ВЛИЯНИЕ ВНЕДРЕНИЯ VR НА БИЗНЕС-ПРОЦЕССЫ В СФЕРЕ НЕДВИЖИМОСТИ

Адымханов А.Л.,

ассистент кафедры «Бизнес-информатика»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: adymkhanov2002@mail.ru

Шуева А.А.,

студент 4-го курса «Бизнес-информатика»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: informatika.biznes@inbox.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу глубинного влияния технологий виртуальной реальности (VR) на ключевые бизнес-процессы в индустрии недвижимости. Рассматривается эволюция VR от маркетинговой новинки до стратегического инструмента, формирующего новые стандарты работы. В работе исследуются три уровня применения VR: от базовых виртуальных туров до создания «цифровых двойников» объектов и интеграции с искусственным интеллектом. Статья доказывает, что внедрение VR-решений перешло из фазы эксперимента в плоскость конкурентной необходимости, определяющей будущее успешных игроков рынка.

Ключевые слова: виртуальная реальность (VR), недвижимость, цифровой двойник, бизнес-процессы, искусственный интеллект (ИИ).

THE IMPACT OF VR ON REAL ESTATE BUSINESS PROCESSES

Adymkhanov A.L.,

Assistant Professor, Department of Business Informatics

Kadyrov Chechen State University

Shueva A.A.,

Fourth-Year Student, Business Informatics

Kadyrov Chechen State University

Abstract. The article is devoted to the analysis of the profound impact of virtual reality (VR) technologies on key business processes in the real estate industry. The evolution of VR from a marketing novelty to a strategic tool that forms new standards of work is considered. The paper explores three levels of VR application: from basic virtual tours to the creation of "digital doubles" of objects and integration with artificial intelligence. The article proves that the introduction of VR solutions has moved from the experimental phase to the plane of competitive necessity, which determines the future of successful market players.

Keywords: virtual reality (VR), real estate, digital twin, business processes, artificial intelligence (AI).

Индустрия недвижимости исторически адаптировалась к новым технологиям, однако внедрение виртуальной реальности долгое время воспринималось с осторожностью. Сегодня ситуация кардинально изменилась. VR вышел за рамки «вау-эффекта» и стал критически важным инструментом, обеспечивающим измеримую рентабельность инвестиций. Это уже не просто 360-градусное видео, а основа для создания интерактивных, глобально доступных и насыщенных данными цифровых моделей объектов — их «цифровых двойников». Для руководителей и собственников бизнеса ключевой вопрос сместился с «стоит ли пробовать?» на «как внедрить для максимизации эффекта?». Стратегическое использование иммерсивных технологий позволяет пересмотреть и оптимизировать фундаментальные процессы: от первых показов до проектирования и управления активами.

Решение извечных проблем: эффективность и доверие. Внедрение VR напрямую атакует два классических ограничения в работе риэлторов:

1. Временные и логистические потери: необходимость физических перемещений между объектами, зависимость от пробок и графика клиента.

2. Разрыв между ожиданием и реальностью: классическая ситуация, когда объект «на месте» не соответствует его фотографиям, что ведет к разочарованию и потере доверия.

VR-технологии позволяют мгновенно решить обе проблемы. Виртуальный тур дает возможность осмотреть десятки объектов за один сеанс, не выходя из офиса, радикально повышая эффективность агента и охват аудитории. При этом высокодетализированная 3D-модель или панорамная съемка создают честное, полное и неизменно точное представление об объекте, формируя реалистичные ожидания у покупателя еще до первого физического визита.

Эволюция применения: от просмотра к взаимодействию и трансформации. Использование VR в недвижимости развивается по нарастающей, предлагая три уровня вовлеченности:

1. Иммерсивные виртуальные туры. Это базовая, но мощная ступень, особенно для готового жилья. Съемка в 360 градусов создает эффект присутствия. Для объектов на этапе строительства – это революционный шаг: смешивание 3D-рендеринга интерьеров, видеовставок и панорамных видов позволяет не просто показать бетонные стены, а рассказать историю будущего дома, вызывая эмоциональный отклик и помогая клиенту представить свою жизнь в еще не построенном пространстве.

2. Интерактивные, управляемые пользователем VR-симуляции. Этот формат превращает просмотр в активный опыт, подобный компьютерной игре. Пользователь свободно перемещается по виртуальному пространству, исследует точки интереса в своем темпе. Подобный опыт, интегрированный в мобильное приложение, производит ошеломляющий эффект на большинство клиентов, впервые погружающихся в VR, и кардинально повышает запоминаемость объекта.

3. «Цифровые двойники» (Digital Twins) и виртуальная коммерция. Наиболее продвинутая стадия, где VR становится инструментом проектирования и транзакций. Digital Twin — это динамичная, обогащенная данными виртуальная копия объекта, используемая на этапе предпроектирования для коллаборации архитекторов, инженеров и инвесторов, выявления ошибок и оптимизации решений. В контексте продаж это позволяет клиентам в реальном времени менять отделку, материалы, расстановку мебели (виртуальная коммерция), персонализируя будущее жилье и ускоряя принятие решения.

Стратегическая конвергенция: VR, ИИ и управление данными. Будущее иммерсивных технологий в недвижимости лежит в их интеграции с искусственным интеллектом и системами управления данными. ИИ-алгоритмы могут анализировать поведение пользователя во время виртуального тура (задержки взгляда, выбранные опции), чтобы автоматически подбирать персональные предложения и прогнозировать интерес. Digital Twin, подключенный к данным интернета вещей (IoT), превращается в инструмент для управления активами, моделирования энергоэффективности и предиктивного обслуживания уже построенного объекта. Это формирует закрытый цикл данных на всех этапах жизненного цикла недвижимости — от концепции до эксплуатации.

Вывод. Распространенный миф о непомерной стоимости и сложности VR сегодня опровергнут. Технологии стали значительно доступнее. Ключ к успеху — не в покупке самого дорогого оборудования, а в грамотной интеграции иммерсивных решений в существующие бизнес-процессы и цифровую экосистему компании (CRM, ERP-системы). Стратегическое поэтапное внедрение, начинающееся с пилотных проектов для наиболее ликвидных или международно ориентированных объектов, позволяет быстро оценить ROI и масштабировать успешные практики.

Пандемия COVID-19 стала мощным катализатором, ускорившим принятие дистанционных технологий, но сформировавшийся тренд оказался долгосрочным. Виртуальная реальность перестала быть просто альтернативой физическому показу в кризис; она стала новым стандартом ведения бизнеса, предлагающим несравнимые преимущества в скорости, охвате и глубине взаимодействия с клиентом.

Технология готова. Рынок требует. Вопрос теперь стоит в скорости и грамотности адаптации, где промедление ведет не просто к потере конкурентного преимущества, но к риску

отстать от новой реальности, которая формируется здесь и сейчас — в виртуальном пространстве.

Список источников

1. Громов, А.И. Управление бизнес-процессами: современные методы. Монография / А.И. Громов, А. Фляйшман, В. Шмидт – Люберцы: Юрайт, 2016. – 367 с.
2. Джестон, Д. Управление бизнес-процессами. Практическое руководство по успешной реализации проектов / Д. Джестон, Й. Нелис. – М.: Символ, 2015. – 512 с.
3. Долганова, О. И. Моделирование бизнес-процессов: Учебник и практикум для академического бакалавриата / О.И. Долганова, Е.В. Виноградова, А.М. Лобанова. –Люберцы: Юрайт, 2016. – 289 с.
4. Репин, В.В. Бизнес-процессы. Моделирование, внедрение, управление / В.В. Репин. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 512 с.

УДК 004.8:[658.8:316.772.4] (публикация отозвана 22.09.2026)

ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫЙ МАРКЕТИНГ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ: КАК АЛГОРИТМЫ ПРЕДСКАЗЫВАЮТ ВАШУ СЛЕДУЮЩУЮ ПОКУПКУ

Алиева М.В.,

ассистент кафедры «Программирование и инфокоммуникационные технологии»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: marem.al@mail.ru

Абазатов А.М.,

студент 1 курса, направления подготовки

«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

Аннотация. Статья посвящена анализу персонализированного маркетинга как формы алгоритмического управления потребительским поведением. В центре исследования — процесс трансформации цифровых следов пользователя в прогностическую модель («цифровой двойник») с помощью методов машинного обучения, таких как коллаборативная фильтрация и анализ последовательностей. Автор рассматривает онтологию собираемых данных, архитектуру предиктивных систем и формы материализации прогнозов в цифровых интерфейсах. Особое внимание уделяется дилемме, возникающей на стыке технологической эффективности и человеческой автономии: с одной стороны, система предлагает беспрецедентную релевантность, с другой — создаёт риски формирования «прогностической тюрьмы» и эрозии свободы выбора. В заключении обосновывается необходимость перехода от монологической логики предсказания к диалогическим моделям, основанным на прозрачности, интерпретируемости и контроле со стороны пользователя, что позволит превратить персонализацию в инструмент усиления человеческой агентности.

Ключевые слова: Персонализированный маркетинг, алгоритмическое прогнозирование, цифровой двойник, большие данные, машинное обучение.

PERSONALIZED DATA-BASED MARKETING: HOW ALGORITHMS PREDICT YOUR NEXT PURCHASE

Alieva M.V.,

Assistant of the Department of Programming and

Information and Communication Technologies

Kadyrov Chechen State University

Abazatov A.M.,

first-year student majoring in Infocommunication

Technologies and Communication Systems at the

Kadyrov Chechen State University

Abstract. The article analyzes personalized marketing as a form of algorithmic management of consumer behavior. The focus is on the process of transforming user digital traces into a predictive model ("digital twin") using machine learning methods such as collaborative filtering and sequence analysis. The author examines the ontology of collected data, the architecture of predictive systems, and the forms of materialization of predictions in digital interfaces. Special attention is paid to the dilemma arising at the intersection of technological efficiency and human autonomy: on the one hand, the system offers unprecedented relevance, on the other, it creates risks of forming a "predictive prison" and eroding freedom of choice. In conclusion, the necessity of transitioning from a monologic logic of prediction to dialogical models based on transparency, interpretability, and user control is substantiated. This transition would transform personalization into a tool for enhancing human agency.

Keywords. Personalized marketing, algorithmic prediction, digital twin, big data, machine learning.

Современный цифровой ландшафт характеризуется формированием сложных экосистем, где взаимодействие между потребителем и коммерческой платформой опосредовано непрерывным и неявным потоком данных. Повседневные действия пользователя — навигация по веб-ресурсам, осуществление поисковых запросов, демонстрация предпочтений через механизмы обратной связи (лайки, просмотры) — транслируются в

машиночитаемые сигналы. Эти сигналы, будучи аккумулярованы и структурированы, образуют динамическую цифровую репрезентацию индивида, своего рода «цифровой фантом».

Данная репрезентация служит фундаментальным субстратом для алгоритмических систем, функциональное ядро которых составляет задача прогнозирования. В отличие от статичных демографических моделей прошлого, современные системы, основанные на методах машинного обучения, оперируют не категориями, а поведенческими траекториями. Их цель — не классификация, а экстраполяция: выявление скрытых паттернов в исторических данных для построения вероятностной модели будущих действий агента.

Феномен персонализированного маркетинга трансформируется из сферы креативной коммуникации в область прикладной вычислительной психологии и микроэкономического прогнозирования. Когда пользователь сталкивается с адресным коммерческим предложением, предвосхищающим его актуальную потребность, он становится свидетелем завершающей фазы масштабного невидимого процесса. Этот процесс включает сбор и агрегацию гетерогенных данных, обучение предиктивных моделей и, наконец, генерацию стимула, оптимального с точки зрения максимизации вероятности целевого отклика.

В рамках настоящего исследования предпринимается попытка системного анализа архитектуры данного процесса. Последовательному рассмотрению подлежат: источники и природа собираемых данных, ключевые алгоритмические парадигмы, лежащие в основе построения прогнозов (коллаборативная фильтрация, анализ последовательностей), а также конкретные интерфейсные реализации этих прогнозов в каналах взаимодействия с потребителем. Дальнейший анализ будет направлен на деконструкцию иллюзии «интуитивного понимания» со стороны платформы, раскрывая детерминированный и вычислительный характер механизмов, предвосхищающих потребительский выбор.

Прогностическая точность систем персонализированного маркетинга не является следствием спонтанного озарения алгоритма. Она представляет собой результат детерминированного процесса, исходным материалом для которого служит совокупность цифровых следов, непреднамеренно генерируемых пользователем в процессе взаимодействия с цифровой средой. Эти следы формируют многослойную, постоянно обновляемую топологию данных, выступающую в качестве сырьевого субстрата для последующего анализа.

На первичном, поведенческом уровне регистрируются все явные и неявные взаимодействия агента с интерфейсом. Каждый клик, продолжительность просмотра, маршрут навигации по сайту, а также моменты паузы и прокрутки фиксируются как событийные ряды. Особую прогностическую ценность несет анализ цифровых графов потребления — устанавливаемых системой связей между просмотренными, отложенными и приобретенными товарными единицами. Этот слой данных отражает операциональный интеллект пользователя, его тактические предпочтения в реальном времени.

Метаданные транзакций и сессий образуют контекстуальный каркас для поведенческих паттернов. Временные метки, геолокационные координаты, тип и версия устройства, характеристика сетевого подключения — эти параметры не являются содержательными сами по себе, однако, будучи наложенными на поведенческую активность, они позволяют сегментировать не по статичным признакам, а по ситуативным моделям поведения. Пользователь выступает здесь не как абстрактная демографическая единица, а как ситуативный актер, чьи решения обусловлены контекстом (например, совершение импульсных покупок в вечернее время с мобильного устройства).

Наиболее сложным для деконструкции является слой выводных данных. Алгоритмы, применяя методы статистического вывода и машинного обучения, синтезируют новые атрибуты, не представленные в сырых данных напрямую. На основе анализа совокупности покупок, поисковых запросов и потребляемого медиаконтента система присваивает пользователю вероятностные характеристики: предполагаемый уровень дохода, жизненные ценности, психографический тип, степень восприимчивости к тем или иным маркетинговым стимулам.

Итогом этого непрерывного процесса сбора и синтеза является создание динамической прогностической модели субъекта — «цифрового двойника», чья будущая траектория может быть смоделирована с заданной степенью вероятности. Именно эта реконфигурируемая модель, а не реальный индивид, становится конечным объектом маркетингового воздействия и целеполагания.

Накопленный массив поведенческих и контекстуальных данных представляет собой неструктурированное сырье, лишённое прогностической силы само по себе. Его трансформация в работоспособную модель предсказания является результатом многоэтапного процесса вычисления, который можно охарактеризовать как конструирование вероятностного пространства будущих действий пользователя. Этот процесс разворачивается не в логике линейной причинности, а в логике корреляционного вывода, где целью является не объяснение мотивов, а максимизация точности предсказания следующего состояния системы (пользователя).

Первичным этапом является операция векторизации субъекта. Неоднородные данные — от временных меток до семантики поисковых запросов — преобразуются в числовые представления, помещаемые в общее многомерное пространство признаков. В этом абстрактном пространстве каждый пользователь и каждый товар (или контент) представлены в виде уникальных векторов. Близость между векторами в данной метрике не отражает содержательного сходства, но кодирует вероятность ко-встречаемости в исторических данных. Ключевой метод, обеспечивающий этот этап, — коллаборативная фильтрация — функционирует по принципу неявного социума: если векторы пользователей А и Б находятся в близкой позиции (обнаруживают сходные паттерны), то предмет, к которому притягивается вектор А, с высокой вероятностью будет рекомендован и вектору Б. Таким образом, прогноз возникает не из анализа внутренних свойств объекта, а из вычисления его позиции в сети отношений, спроецированной в математическое пространство.

Следующий слой сложности добавляет анализ временных последовательностей. Поведенческие данные интерпретируются не как набор изолированных событий, а как хронологически упорядоченный ряд, обладающий внутренней структурой. Алгоритмы, основанные на рекуррентных нейронных сетях или методах анализа последовательностей, выявляют устойчивые поведенческие грамматики. Например, паттерн «просмотр смартфона → чтение обзоров → покупка → поиск защитного стекла» формирует правило, позволяющее, зафиксировав начало цепочки, прогнозировать её наиболее вероятное продолжение. Как справедливо отмечает Кристофер М. Бишоп в фундаментальном труде «Распознавание образов и машинное обучение», ключевой задачей является не запоминание данных, а обобщение — способность модели выдавать корректные выходные данные для новых, ранее не встречавшихся входных векторов [1]. Именно эта способность к обобщению, извлеченная из анализа миллионов последовательностей, и позволяет алгоритму предложить защитное стекло пользователю, который лишь начал исследовать рынок смартфонов.

Финальным актом является операционализация прогноза — его перевод из области вычисленной вероятности в конкретное вмешательство в интерфейс. Модель, оценившая вектор пользователя и его текущую поведенческую траекторию, производит ранжирование всего каталога товаров или контента. Каждому элементу присваивается скор — численная оценка релевантности в данном конкретном контексте. Элементы с максимальным скором интегрируются в интерфейс в формате рекомендаций, персональных предложений или таргетированной рекламы. Таким образом, прогноз материализуется как элемент управляемой среды, в которую помещен пользователь, замыкая петлю обратной связи: его реакция на предложение станет новым данным для уточнения его вектора и повышения точности следующей итерации предсказания.

Вычисленная вероятность не остается заключенной в абстрактном пространстве данных; она материализуется через целенаправленную модификацию цифровой среды, окружающей пользователя. Прогноз, сгенерированный моделью, операционализируется через серию интерфейсных интервенций, которые трансформируют нейтральную платформу в

персонализированный стимульный ландшафт. Эти интервенции представляют собой не пассивное отражение предпочтений, а активное архитектурное решение, призванное подтвердить и закрепить прогнозируемую траекторию поведения.

Пользователь сталкивается с овеществленным прогнозом в первую очередь как с перцептивно выделенным элементом информационного потока. Динамически изменяемые блоки контента, рекомендательные карусели и персонализированные рекламные вставки представляют собой прямую визуализацию ранжирования, произведенного алгоритмом. Каждый такой элемент является квантом управляемого выбора, искусственно наделенным повышенной заметностью в восприятии. Иллюзия релевантности возникает не из-за интуитивного понимания потребностей, а вследствие того, что среда была заранее и на основе вычислений реконфигурирована вокруг его вероятностного цифрового двойника.

Более тонкой формой материализации прогноза является адаптивная нарративизация коммуникации. Электронные письма с индивидуализированными заголовками, уведомления, сформулированные с учетом контекстной активности, и даже вариативные описания товаров на странице — все это элементы речевого воздействия, построенного на основе предсказательной модели. Как отмечает социолог Эли Паризе в контексте цифровых медиа, алгоритмические системы формируют «архитектуру предсказуемости», где «каждое взаимодействие пользователя становится входными данными для калибровки среды, которая, в свою очередь, направляет его к следующему предсказуемому взаимодействию» [4]. Таким образом, предсказание воплощается не только в том, что предлагается, но и в том, как об этом сообщается, создавая замкнутую семиотическую петлю между моделью поведения и её языковым оформлением.

Следовательно, встреча пользователя с предсказанием носит тотальный характер: она происходит на уровне информационной архитектуры, визуального дизайна и лингвистического конструирования реальности. Цифровая сфера перестает быть нейтральным полем возможностей, становясь активной предсказывающей средой, где каждый элемент интерфейса является одновременно и следствием прошлых вычислений, и инструментом формирования будущих.

Внедрение персонализированных прогностических систем порождает фундаментальную дилемму, сталкивающую операциональную эффективность с вопросами автономии и распределения власти. Для бизнеса-оператора данная технология представляет собой инструмент беспрецедентной оптимизации. Она позволяет трансформировать неопределенность потребительского поведения в управляемые вероятности, минимизируя транзакционные издержки поиска и повышая конверсию. Экономическая рациональность достигается через гиперсегментацию рынка до уровня индивида, где маркетинговое воздействие перестает быть широкоэшелонным сигналом и становится высокоточным интервенционным стимулом, адресованным цифровому двойнику. Однако эта эффективность сопряжена с системными рисками: возникновением «черных ящиков» принятия решений, операционная логика которых непрозрачна даже для разработчиков; уязвимостью к эксплуатационным искажениям данных; и стратегической зависимостью от платформ, контролирующих ключевые алгоритмы и каналы дистрибуции внимания.

Для потребителя парадокс заключается в двойственной природе создаваемого сервиса. С одной стороны, он получает когнитивную разгрузку — среду, из которой устранена информационная избыточность, а релевантные предложения предъявляются проактивно. С другой стороны, эта кастомизированная среда рискует превратиться в «прогноститивную тюрьму», мягко ограничивающую спектр доступных опций рамками, заданными прошлым поведением и коммерчески выгодными для платформы исходами. Происходит эрозия случайности и свободы незаинтересованного поиска, что, как отмечает философ и культуролог Евгения Лёзина, ведет к «сужению горизонта возможного и кристаллизации идентичности, которая постоянно подтверждается ей же самой в алгоритмическом зеркале» [3]. Более того, сама личность становится предметом рыночной экстракции, где интимные поведенческие паттерны превращаются в сырье для бихевиорального прогнозирования.

Система, основанная на прогнозировании, создает асимметричную взаимозависимость. Бизнес приобретает мощный инструмент управления спросом, но теряет часть суверенитета над логикой своих операций, делегируя её алгоритмическим платформам. Потребитель выигрывает в сиюминутном удобстве, но потенциально проигрывает в долгосрочной автономии, добровольно участвуя в континуальном процессе, где его предпочтения одновременно удовлетворяются и формируются. Это формирует новый социальный контракт, условия которого определены не явно, а имплицитно, через пользовательские соглашения и непрозрачную механику работы предиктивных моделей.

В условиях, где субъективность пользователя постоянно транслируется в машиночитаемые параметры для прогностических моделей, вопрос о контроле над данными трансформируется в вопрос о частичном восстановлении суверенитета над собственным цифровым образом. Полный разрыв с системами сбора данных равносителен выходу из ключевых социальных и экономических экосистем современности. Однако существует спектр тактик, позволяющих осуществить целенаправленную деконструкцию и реконфигурацию собственного цифрового профиля, тем самым усложняя для алгоритмов построение однозначных и эксплуатируемых прогностических моделей.

Основной стратегический принцип заключается не в тотальной конспирации, а в осознанном внесении информационного шума и стратегической неопределенности в потоки передаваемых данных. Это можно рассматривать как форму цифрового фланёра — намеренного, нефокусированного и нецелевого поведения, направленного на размывание четких поведенческих паттернов. Посещение сайтов вне основного круга интересов, использование режимов приватного просмотра для рутинных информационных запросов, периодическая очистка файлов cookie и альтернатива поисковых систем — все эти действия усложняют задачу векторизации субъекта, повышая энтропию его цифрового отпечатка.

Критически важным является освоение и эксплуатация интерфейсов настройки приватности, предоставляемых цифровыми платформами, несмотря на их заведомую ограниченность. Активное управление настройками рекламных предпочтений в социальных сетях и поисковых системах, отзыв разрешений для сторонних трекеров и периодический аудит подключенных приложений — это попытки переопределить границы наблюдаемости в рамках заданной архитектуры платформы. Как отмечает правовед Михаил Якушев в контексте защиты цифровых прав, «формирование цифровой грамотности пользователя сегодня включает в себя не только навыки потребления, но и навыки стратегического ограничения экстракции своих данных, то есть умение выстраивать цифровую периметровую оборону» [5]. Эта «оборона» носит, однако, ситуативный и фрагментарный характер, поскольку пользователь ведет борьбу не с отдельным агентом, а с инфраструктурной логикой капитализма наблюдения.

Взятие контроля является не разовым актом, а перманентным тактическим процессом самоопределения в алгоритмической среде. Это процесс постоянной балансировки между удобством участия и стремлением сохранить непрозрачность, между предоставлением данных для получения сервиса и сопротивлением их тотальной коммодификации. Эффективность этих тактик относительна и контекстуальна, но их совокупное применение позволяет субъекту перейти из состояния пассивного источника данных в состояние активного, хотя и ограниченного, со-архитектора собственного цифрового двойника.

Эволюция персонализированного маркетинга на основе данных демонстрирует парадигмальный сдвиг от монологических маркетинговых коммуникаций к сложным, адаптивным системам взаимодействия, построенным на непрерывном алгоритмическом прогнозировании. Однако выявленная дилемма между эффективностью и автономией указывает на то, что нынешняя модель остается, по сути, усовершенствованным монологом, где система, сколь бы точны ни были её предсказания, обращается не к целостной личности, а к её симулякру — прогностической модели. Будущее устойчивого и этичного развития этой сферы лежит в трансформации этой асимметричной динамики в подлинный диалогический режим.

Будущее прогностических технологий заключается не в тотальном предвосхищении, а в создании интерактивных интерфейсов для верификации и обсуждения прогноза. Идеальная система будущего будет предлагать не только предугаданный товар, но и возможность спросить: «Почему ты предложил мне это? На основании каких данных?». Она будет допускать возможность пользователя скорректировать параметры своей модели, ввести контекстуальные ограничения или сознательно обучить алгоритм новому паттерну. В этом диалоге технологическая мощь прогностических моделей будет направлена не на сужение поведенческого горизонта, а на его обогащение, предоставляя человеку расширенные инструменты для самопознания и навигации в мире избыточной информации.

Персонализация, основанная на таком диалоге, перестанет быть инструментом мягкого принуждения и превратится в сервис по усилению человеческой агентности. В этом случае прогноз станет не конечной целью, а отправной точкой для осмысленного выбора, сохраняя за человеком последнее слово — право на неожиданность, спонтанность и свободу выходить за рамки, предписанные его собственным цифровым двойником.

Список источников

1. Бишоп, К. М. Распознавание образов и машинное обучение / К. М. Бишоп; пер. с англ. — Москва: ДМК Пресс, 2020. — 558 с.
2. Зубофф, Ш. Век капитализма наблюдения: Борьба за человеческое будущее на новых рубежах власти / Ш. Зубофф; [пер. с англ. Д. Кралечкина]. — Москва: Издательство Института Гайдара, 2020. — 708 с. — ISBN 978-5-93255-560-5.
3. Лёзина, Е.Н. Алгоритмическая субъективность: цифровая идентичность в эпоху больших данных / Е.Н. Лёзина // Вопросы философии. 2022. № 10. — С. 94–106.
4. Паризе, Э. Алгоритмическая жизнь: цифровые медиа и общество предсказаний / Э. Паризе // Логос. 2021. Т. 31, № 5. — С. 57–82.
5. Якушев, М.В. Цифровой суверенитет личности: правовые границы и технические возможности / М.В. Якушев // Право. Журнал Высшей школы экономики. 2021. № 4. — С. 84–109.

БИЗНЕС-ПЛАНИРОВАНИЕ КАК КОНСТИТУИРУЮЩИЙ ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЕМ

Закаев Р.М.,

студент 4-го курса «Бизнес-информатика»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: Zakaev777@gmail.com

Джамуев М.М.,

студент 2-го курса магистратуры «Информатика и вычислительная техника»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: t4vvuev@gmail.com

Гузьева Э.Р.,

доцент кафедры «Бизнес-информатика»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: guzueva@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается бизнес-планирование как конституирующий элемент системы управления проектированием. Актуальность исследования обусловлена возрастающей потребностью в интеграции планово-экономических инструментов в структуру проектной деятельности на всех этапах жизненного цикла проекта. Цель работы заключается в теоретическом обосновании функциональной роли бизнес-плана в процессе проектирования, а также в систематизации его структурно-содержательных компонентов. В ходе исследования применены методы логико-структурного анализа, систематизации и обобщения. В статье последовательно раскрыты сущность бизнес-планирования, его основные функции, а также детально проанализировано содержание ключевых разделов бизнес-плана: от резюме и характеристики продукции до финансового плана и оценки рисков. Особое внимание уделено взаимосвязи бизнес-планирования с процессом технико-экономического обоснования проектных решений. Научная новизна работы состоит в уточнении понятийно-категориального аппарата и обосновании интегративной роли бизнес-плана как связующего звена между предпринимательской инициативой и её проектной реализацией. Практическая значимость заключается в возможности использования представленного материала при разработке учебно-методических пособий, а также в проектной деятельности коммерческих и некоммерческих организаций.

Ключевые слова: бизнес-планирование, проектирование, управление проектами, инвестиции, финансовое моделирование, оценка рисков, технико-экономическое обоснование, структура бизнес-плана.

BUSINESS PLANNING AS A CONSTITUTING ELEMENT OF THE DESIGN MANAGEMENT SYSTEM

Zakaev R.M.,

4th-year student, Business Informatics

Kadyrov Chechen State University

Dzhamuev M.M.,

2nd-year Master's student, Informatics and Computer Engineering

Kadyrov Chechen State University

Guzueva E.R.,

Associate Professor, Department of Business Informatics

Kadyrov Chechen State University

Abstract. The article examines business planning as a constitutive element of the design management system. The relevance of the study is обусловлена the growing need to integrate planning and economic instruments into the structure of project activities at all stages of the project life cycle. The aim of the work is to provide a theoretical substantiation of the functional role of a business plan in the design process, as well as to systematize its structural and content components. The research employs methods of logical-structural analysis, systematization, and generalization. The article consistently reveals the essence of business planning, its main functions, and provides a detailed analysis of the key sections of a business plan: from the executive summary and product characteristics to the financial plan and risk assessment. Particular attention is paid to the interrelation between business planning and the process of feasibility study for project

decisions. The scientific novelty of the work lies in clarifying the conceptual and categorical apparatus and substantiating the integrative role of the business plan as a linking element between entrepreneurial initiative and its project implementation. The practical significance is determined by the possibility of using the presented material in the development of teaching aids, as well as in the project activities of commercial and non-profit organizations.

Keywords: business planning, design, project management, investments, financial modeling, risk assessment, feasibility study, business plan structure.

Введение. Инновационный проект представляет собой разработку, реализацию и развитие новых или усовершенствованных продуктов, услуг или процессов. Для успешной реализации инновационного предприятия необходимо проводить исследования рынка, осуществлять процесс бизнес-планирования и анализа экономической и финансовой эффективности проекта.

Роль бизнес-планирования в проектировании. Для успешной реализации проекта и привлечения инвестиций могут применяться различные методы и инструменты, одним из основных инструментов является бизнес-план. Бизнес-планирование – это процесс разработки структурированного плана, в котором описываются цели проекта, стратегия их достижения, необходимые ресурсы и ожидаемые результаты. Разрабатываемый бизнес-план не только описывает концепцию и цели будущего бизнеса, но и включает в себя анализ рынка и конкурентов, финансовые прогнозы, перспективы бизнеса и стратегии его роста.

Разработка бизнес-плана может осуществляться не только для новых предприятий, которые начинают свою деятельность, но и для действующих организаций, которые по определенным причинам меняют род своей деятельности, расширяют или модернизируют свое производство. Как правило, такие организации имеют опыт в разработке подобных документов и обладают высокими шансами успешного достижения целей бизнес-плана.

Составлением бизнес-плана обычно занимаются специалисты, т.к. только они могут обнаружить скрытые проблемы и риски. Участие инициатора в разработке бизнес-плана совместно со специалистами позволяет осуществлять эффективную проработку концепции проекта [3]. Также идея личного участия инициаторов в разработке бизнес-плана поддерживается многими банками и инвесторами, т.к. это помогает убедиться в способности предпринимателя довести проект до конца.

Бизнес-план по своему характеру представляет собой документ, в котором стратегия продвижения и концепция проекта сопровождается рекламной информацией. Данная реклама должна быть максимально объективной, чтобы приукрашивать финансовые и экономические показатели. Такой подход может оказывать положительное влияние на инвесторов, а это подталкивает их к принятию решения в пользу предпринимателя.

Содержание бизнес-плана и степень детализации его разделов зависит от размеров разрабатываемого проекта, сферы его реализации, наличия конкурентов и возможностей дальнейшего роста. Классический бизнес-план состоит из следующих разделов:

1. Резюме (краткий обзор проекта)
2. Общая характеристика предприятия
3. Характеристика товаров и услуг
4. Описание отрасли и рынков сбыта
5. Основные конкуренты и внешние факторы
6. Маркетинговый план
7. Производственный план
8. Организационный план
9. Финансовый план
10. Риски и методы их предотвращения
11. Приложение

Немаловажным является то, что бизнес-план не должен быть полностью заполнен расчетными данными и таблицами, каждый раздел прорабатывается так, чтобы в нем максимальный объем занимала только полезная и понятная информация.

Резюме – первый раздел бизнес-плана, в котором кратко описываются все остальные разделы и основные экономические показатели эффективности, поэтому он разрабатывается в последнюю очередь. В самом общем виде резюме представляет собой сокращенную версию плана, где отражены намеченные цели проекта и прогнозируемые результаты. Объем резюме не должен превышать 3-4 страниц, т.к. оно должно вызвать интерес и дать заинтересованным лицам самую важную информацию. Данный раздел включает в себя следующие пункты: полное название проекта, суть проекта, цели (инвестиционная, коммерческая, финансовая и социально-экономическая) и задачи, актуальность проекта, целевая аудитория, объем необходимых инвестиций и основные финансовые показатели. Обязательными показателями эффективности, которые отражаются в резюме, являются объем необходимых инвестиций, срок окупаемости и рентабельность проекта.

Общая характеристика предприятия – это следующий раздел бизнес-плана, в котором описываются основные виды и характер деятельности предприятия, его местоположение и географический район, где будет осуществляться сбыт продукции. В этом разделе важно сформировать цели и задачи хозяйственной деятельности предприятия (проекта). Предприятие может быть нацелено на стремительный захват определенной доли рынка, внедрение новых технологий производства или освоение нового рыночного сектора. Цели предприятия формируются таким образом, чтобы они были реалистичными и достижимыми в планируемый срок реализации проекта.

Если бизнес-план разрабатывается для действующего предприятия, то в этом разделе размещается информация о фактическом состоянии организации. Указывается производственные мощности, ассортимент производимой продукции, показатели эффективности и положение на рынке.

Характеристика товаров и услуг – раздел, в котором описывается результаты хозяйственной деятельности планируемого предприятия, т.е. товары и услуги, которые предприниматель хотел бы предложить своей будущей целевой аудитории. Правильное описание товаров и услуг играет ключевую роль в процессе привлечения инвестиций, т.к. независимо от масштабов и целей предприятия нужно обеспечить привлекательность продукции. В данном разделе нужно описать товар и его основные характеристики, прокомментировать возможности трансформации свойств продукции под влиянием потребительских ожиданий. Важно показать защищенность товара от подделки с помощью патентов или авторских свидетельств [3].

Если идея создания новой продукции не подкреплена хотя бы одним готовым экземпляром, то получить инвестиционную поддержку намного сложнее. Перед представлением будущего товара необходимо разработать его опытные образцы, и желательно разместить его фотографии (рисунки) в разделе с характеристиками товара или в приложение бизнес-плана.

Особое внимание при формировании данного раздела бизнес-плана нужно уделять обоснованию конкурентных преимуществ товаров и услуг. В современной практике принято выделять два типа конкурентных преимуществ: специализацию и низкие издержки. Специализация как конкурентное преимущество показывает способность продукции удовлетворять особые потребности целевой аудитории, при этом устанавливать более высокую цену, т.е. потребителю представлена премиальная цена продукта или услуги. Чтобы получить данное конкурентное преимущество, необходимо обеспечить один из следующих факторов: высокий уровень качества продукции, нестандартный набор характеристик или визуальное отличие. Низкие издержки представляют собой не просто меньшие затраты фирмы на производство, но и ее способность разрабатывать и сбывать продукцию эффективнее конкурентов.

Также в данном разделе бизнес-плана приводится первичный прогноз цен на необходимое для производства сырье и готовую продукцию, которые формируются на основе средних рыночных цен. Обоснование цен и издержек на единицу продукции производится в других разделах бизнес-плана.

Описание отрасли и рынков сбыта. Исследование рынков сбыта продукции и отрасли основной хозяйственной деятельности может обеспечить коммерческую устойчивость проектов. Отечественный и зарубежный опыт показывает, что отсутствие данных по анализу рынка может стать одной из причин слабого экономического положения проекта или его банкротства.

В данном разделе должны быть представлены сведения по основным группам потребителей и нише реализации готовой продукции. Основная работа заключается в поиске подходящей ниши и исследовании таких факторов как уровень спроса и тенденций его изменения [1]. Результатами исследования должны стать текущая маркетинговая политики предприятия и его долгосрочная стратегия развития.

В процессе изучения рынка предпринимателю необходимо проанализировать спрос на аналогичные продукты или услуги. Спрос на товар – это подкрепленная платежеспособностью потребность, т.е. потребитель располагает денежными средствами для удовлетворения своих потребностей. Для количественного измерения спроса в экономической теории используется понятия – объема рыночного спроса и емкость рынка.

Объем рыночного спроса – это выраженный в натуральных и стоимостных характеристиках показатель, отражающий количество товаров, которые будут куплены группой покупателей в определенном регионе за определенный временной период. Данный показатель зависит от уровня дохода населения, уровня инфляции, социальных, национально-культурных, климатических и экономических и многих других факторов.

Емкость рынка – это максимально возможный спрос на представленную продукцию или услуги на конкретном рынке.

При исследовании рынка необходимо источники информации, ими могут быть издания государственных органов, платформы со статистическими данными, различные книги. Также данные можно получить путем анкетирования или наблюдения за рыночными тенденциями.

Основные конкуренты и внешние факторы – раздел бизнес-плана, в котором рассматривается влияние на состояние будущего предприятия следующих факторов: конкуренция, государственное регулирование и общественное мнение.

В данном разделе необходимо определить крупнейших конкурентов, оценить их доходы, объем продаж, характеристику продукции и много другое. Необходимо указать не только преимущества собственного проекта и производимой продукции, но и недостатки. Честная оценка собственных слабых сторон позволяет понять реальные возможности предприятия и выстроить его репутацию. Многие начинающие предприниматели считают, что лучше умолчать о недостатках своего проекта или занижить их, но если бизнес должен утвердиться на рынке надолго, то это отрицательно скажется на отношениях с партнерами и поставщиками.

При формировании мероприятий по созданию и удержанию конкурентных преимуществ предприниматель может опираться на несколько определенных факторов, представленных в таблице 1.

Таблица 1

Факторы, влияющие на конкурентные преимущества проекта.

Фактор	Характеристика
Наиболее эффективный масштаб производства	Каждый конкретный рынок имеет определенные входные объемы производства, т.е. небольшие предприятия не смогут конкурировать на рынках, где представлена продукция крупных компаний.
Жизненный цикл товара	Неэффективно реализовывать товар, который находится на стадии зрелости и рынок насыщен им. Предприятие не сможет достичь запланированного объема рыночного спроса, а значит не получит достаточного дохода для сохранения финансовой устойчивости.

Предпочтения покупателей	Независимо от имеющихся потребности покупатели имеют определенные предпочтения, т.е. выбирают товар производителя, который давно представлен на рынке. Чтобы повысить интерес к своей продукции понадобятся высокие затраты на рекламу.
Доступ к каналам сбыта	Если предприятие самостоятельно не занимается продажами, то для распространения продукции необходимо привлекать оптовых и розничных продавцов. Поэтому для реализации продукции необходимо сформировать более выгодные условия для продавцов, чем у конкурентов.
Государственные меры	Государственные органы могут оказывать определенное влияние на деятельность предприятия. Например, некоторые предприятия могут получить государственную поддержку, а другие будут ограничены из-за отсутствия лицензии на производства конкретной продукции.

Помимо представленных факторов, предприниматель также должен учитывать и ответную реакцию конкурентов на вход нового игрока на рынок. Нужно провести анализ возможного поведения и разработать стратегию минимизации или удержания негативного влияния на предприятие.

Маркетинговый план. В данном разделе должна быть представлена маркетинговая стратегия предприятия, которая является важнейшим аспектом успешного бизнес-плана. Комплекс мероприятий, представленным в этом разделе, должен разрабатываться с целью дальнейшего использования в продвижении и реализации продукции, а не для привлечения инвестиций «красивым» маркетингом.

Основными компонентами маркетингового плана являются позиционирование продукта, маркетинговые цели, каналы продвижения и бюджет на маркетинг.

Позиционирование продукта или услуги – это процесс формирования образа продукции в сознании целевой аудитории, т.е. предприниматель формирует и описывает желаемый имидж своего продукта или услуги. На данном этапе разработки маркетинговой стратегии важно определить уникальное торговое предложение (УТП), т.е. кратко описать преимущества приобретения и эксплуатации вашей продукции. УТП может быть представлено, как особенность самого продукта, уникальный способ обслуживания или даже эмоциональное восприятие бренда.

Такой показатель как *маркетинговые цели* в основном служит для оценки эффективности маркетинговой стратегии. Маркетинговые цели должны конкретными, измеримыми и достижимыми в течении определенного периода времени. Четко сформированные цели также служат ориентиром для распределения ресурсов и расстановки приоритетов.

Каналы продвижения представляют собой подходы, которые будут использоваться для рекламирования и реализации продукции. Если планируется использование глобально сети Интернет для продвижения продукции, то предприниматель опирается на подходы digital-маркетинга, а если предприниматель предпочитает офлайн бизнес, то будут использоваться методы классического маркетинга: наружная реклама, участие в выставках, сотрудничество с партнерами и др. Также важно определить стратегию продаж, т.е. необходимо описать через что потребитель будет получать продукт: мерчплейсы, торговые партнеры, собственная торговая точка или онлайн-магазин.

Бюджет на маркетинг – это краткая финансовая часть маркетинговой стратегии, в которой определяется необходимое количество денежных средств для реализации планируемых маркетинговых мероприятий. Бюджет должен включать в себя расходы на рекламу, создание контента, продвижение в интернете и оплату труда маркетинговых специалистов.

Одним из ключевых фактором выбора той или иной продукции потребителем является цена. Для определения удачного уровня цен необходимо разрабатывать и реализовывать ценовую политику предприятия, т.к. слишком высокие или слишком низкие цены будут негативно отражаться на продажах. В настоящее время считается, что преобладающими факторами в конкурентной борьбе стали неценовые методы, однако цены продолжают играть решающую роль.

Производственный план – это раздел бизнес-плана, который описывает процессы и структуру производства продукции, планируемые объемы и сроки. Этот раздел помогает инвесторам, партнерам и руководителю проекта понять, как будет организована производственная деятельность и какие ресурсы для этого потребуются.

Бизнес-план предназначен для того, чтобы с проектом могли ознакомиться инвесторы или банкиры, поэтому избыточное количество технической информации может негативно отразиться на их решении, но и отсутствие производственных аспектов проекта тоже не лучшее решение. Таким образом, в производственном плане должна быть представлена только основная информация, касающаяся особенностей технологий или производственной деятельности.

Производственный план, как правило, включает в себя следующее:

- Информация о необходимых производственных ресурсах;
- Описание производственных помещений;
- Характеристика необходимого производственного оборудования;
- Данные о поставщиках сырья и материалов;
- Объем планируемого производства;
- Размеры издержек;
- Обеспечение экологической и технической безопасности.

В данном разделе бизнес-плана очень важно указать возможности и ограничения для расширения производственных мощностей проекта, т.к. это позволяет дать оценку дальнейшей деятельности предприятия.

Расчет объема производства продукции и издержек производится: на первый год планового периода поквартально, на второй — поквартально, на третий и последующие — в целом на год.

Организационный план – это раздел бизнес-плана, который включает в себя информацию о организационной структуре компании, методах управления ею, особенности взаимодействия внутри команды, роли и обязанности сотрудников.

В данном разделе необходимо разметить информацию о ведущих сотрудниках предприятия, которые занимаются разработкой концепции проекта, его реализации и дальнейшим управлением. Целесообразно указать количество необходимо персонала, их должности и заработную плату. Численность персонала должна быть достаточная для выполнения намеченных планов, и при этом она не должна превышать определенных значений, чтобы избежать дополнительных издержек. Также на этапе формирования данного раздела разрабатывается организационная схема и кадровая политика, чтобы обеспечить эффективное выполнение поставленных задач.

Финансовый план. Для привлечения инвестиций и эффективного использования полученных денежных средств формируется финансовый план и финансовая модель предприятия. Финансовый план представляет собой описание ключевых финансовых показателей проекта и является разделом бизнес-плана. Финансовая модель, в свою очередь, является более детализированным техническим инструментом, который разрабатывается в формате таблиц. Как правило, информацию для финансового плана берут из финансовой модели, но есть и исключения для небольших проектов [3].

При разработке данного раздела должны быть обеспечены такие моменты, как достоверность представленных данных, вариативность сценариев реализации и развития, взаимосвязь с другими разделами бизнес-плана и краткость. Финансовый план включает в себя

данные об объеме продаж, затратах на приобретение оборудования и материалов, на оплату труда и данные об основных финансовых показателях эффективности.

Структура финансового плана может быть представлена следующими основными пунктами:

- Прогноз объемов реализации продукции и выручки;
- Таблица доходов, расходов и прибыли;
- Баланс активов и пассивов предприятия.

В заключительной части финансового плана обобщаются основные показатели эффективности, которые должны быть достигнуты в процессе реализации проекта. К таким показателям относятся срок окупаемости инвестиций и дисконтированный срок окупаемости, рентабельность вложений, чистый дисконтированный доход и внутренняя норма рентабельности. Данные величины показывают целесообразность вложений денежных средств в проект.

Риски и методы их предотвращения – раздел бизнес-плана, который представляет собой описание потенциальных угроз для проекта и меры по их минимизации или предотвращению. Прогнозирование и управление рисками является важным аспектом предпринимательской деятельности, поэтому инвесторы обязательно интересуются, какие проблемы могут возникнуть при реализации проекта и что будет предпринято для их решения.

Для составления данного раздела можно воспользоваться следующим алгоритмом действий:

- Идентифицировать риск – выявить все возможные риски: финансовые, экономические, технические, технологические, политические, социально-культурные и экологические;
- Оценить вероятность их возникновения и уровень воздействия – определить, какие риски являются критическими для дальнейшей деятельности;
- Разработать методы предотвращения и минимизации рисков – стратегические решения и операционные шаги по управлению рисками.
- Подготовить план на случай возникновения рисков – описать порядок действий, которые будут приняты для восстановления бизнеса и компенсации потерь.

Также в данном разделе могут быть указаны альтернативные каналы продвижения, поставщики, средства производства и типы страхования.

Приложение – дополнительный раздел бизнес-плана, который может содержать различные документы, графики, таблицы, чертежи и другую информацию. В основном этот раздел содержит детализированные данные для глубокого анализа бизнес-идеи и ее оценки и позволяет не перегружать основной текст.

Перед началом разработки бизнес-плана предприниматель должен иметь общее представление о том, к кому он обратится за финансированием и как банк или инвестор отнесется к его проекту. Возможно даже придется несколько раз пересматривать бизнес-план, чтобы получить положительный ответ.

Заключение. Бизнес-планирование в системе проектирования выполняет не только инструментальную, но и институциональную функцию, формируя нормативно-регулятивную основу проектной деятельности. Дальнейшие исследования в данной области целесообразно направить на изучение методик адаптивного бизнес-планирования в условиях цифровой трансформации, а также на разработку отраслевых стандартов интеграции планово-экономических процедур в архитектурно-строительное, инженерное и IT-проектирование.

Список источников

1. Барроу, П. Бизнес-план, который работает / П. Барроу; перевод Е. Пестерева; под редакцией В. Григорьевой. – Москва: Альпина Пабlishер, 2025. – 282 с. – ISBN 978-5-9614-7688-0. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/148575.html>
2. Выгодчикова, И. Ю. Анализ финансового состояния предприятия: учебное пособие для СПО / И. Ю. Выгодчикова. – 2-е изд. – Саратов, Москва: Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2024. – 59 с. – ISBN 978-

- 5-4488-2130-1, 978-5-4497-3253-8. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/141276.html>
3. Горбунов, В. Л. Бизнес-планирование: учебное пособие / В. Л. Горбунов. – 4-е изд. – Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. – 422 с. – ISBN 978-5-4497-2447-2. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/133925.html>

УДК 004.9:61

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В МЕДИЦИНЕ: ОТ ЭЛЕКТРОННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ КАРТЫ ДО ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ

Исламгереева Я.С.,

ассистент кафедры «Программирование и инфокоммуникационные технологии»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
e-mail: velleto@bk.ru

Аннотация. В статье рассматривается эволюция медицинских информационных систем – от внедрения электронных медицинских карт и клинических систем поддержки принятия решений до развития телемедицины и платформ цифрового взаимодействия врача и пациента. Показано, что электронные записи и связанные с ними цифровые сервисы повышают непрерывность оказания помощи, улучшают доступность клинической информации и создают основу для управляемого качества и безопасности лечения. Вместе с тем подчёркивается, что ожидаемые эффекты не являются автоматическими и зависят от интероперабельности, качества данных, клинических процессов и подготовки персонала. Отдельное внимание уделено телемедицине как инструменту расширения доступа к медицинской помощи и снижению барьеров для пациентов при сохранении требований к клинической ответственности, защите персональных данных и информационной безопасности. Рассмотрены международные рекомендации и стандарты, а также нормативные основы применения цифровых технологий в здравоохранении Российской Федерации. Сделан вывод о необходимости комплексного подхода: сочетания инфраструктуры, стандартов обмена данными, изменений в организации медицинской помощи и систем управления рисками.

Ключевые слова: медицинские информационные системы; электронная медицинская карта; интероперабельность; HL7 FHIR; клинические решения; телемедицина; защита персональных данных; информационная безопасность

THE USE OF INFORMATION SYSTEMS IN MEDICINE: FROM ELECTRONIC HEALTH RECORDS TO TELEMEDICINE

Islamgereeva Ya.S.,

Assistant Professor, Department of Programming and Infocommunication Technologies,
Kadyrov Chechen State University

Abstract. The paper examines the evolution of health information systems—from electronic health records and clinical decision support to telemedicine and digital platforms enabling patient–clinician interaction. It argues that EHR-centered digital ecosystems can improve continuity of care, data availability, and foundations for quality and patient safety. However, benefits are not automatic and depend on interoperability, data quality, workflow redesign, and workforce capabilities. The paper also discusses telemedicine as a tool to expand access while maintaining clinical accountability, privacy, and cybersecurity requirements. International guidance and standards are reviewed alongside the regulatory foundations relevant to the Russian Federation. The paper concludes that successful digital transformation requires an integrated approach combining infrastructure, data exchange standards, organizational change, and risk management.

Keywords: health information systems; electronic health records; interoperability; HL7 FHIR; clinical decision support; telemedicine; privacy; cybersecurity

Введение. Информационные системы стали одной из ключевых инфраструктур современного здравоохранения, поскольку именно через них обеспечивается сбор, хранение и использование клинических данных, координация процессов лечения и взаимодействие медицинских организаций. По мере роста сложности медицинской помощи и увеличения числа данных значение цифровых решений усиливается: электронные медицинские карты (ЭМК/ЭМКр), системы управления лабораторией и лучевой диагностикой, электронные назначения и клинические подсказки формируют “цифровую среду” принятия решений.

Ранние исследования подчеркивали, что ожидаемые преимущества ЭМК связаны с повышением доступности информации, улучшением координации помощи и снижением части ошибок, однако реализация этих эффектов требует значительных организационных изменений [4]. Обзор Д. Бантин и соавтор. показал, что в большинстве исследованных работ внедрение ЭМК ассоциировалось с улучшением качества медицинской помощи, но влияние на затраты и

эффективность было вариативным и зависело от контекста внедрения [5]. Эта неоднородность сохраняется и сегодня: цифровизация улучшает управляемость процессов, но без стандартизации данных, интероперабельности и клинического “встраивания” в рабочие процессы может создавать дополнительную нагрузку на персонал.

Отдельным драйвером развития стала телемедицина. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) в руководстве по цифровым вмешательствам отмечает, что цифровые сервисы способны расширять доступ и повышать эффективность, но требуют доказательности, управления рисками и учета системных ограничений [1]. Пандемия COVID-19 резко ускорила практическое внедрение удалённых консультаций; при этом, как показали Р. Дорси и Э. Тополь, телемедицина стала не временной мерой, а устойчивым элементом модели оказания помощи, требующим нормирования качества и безопасности [10].

Цель статьи — системно описать роль медицинских информационных систем на пути от ЭМК к телемедицине, выделив ключевые эффекты, ограничения и условия успешного внедрения с учетом международной практики и нормативных требований Российской Федерации.

Основная часть. Медицинские информационные системы (МИС) в современной практике развиваются по траектории «электронная медицинская карта (ЭМК) → интероперабельность и сервисы вокруг данных → дистанционные каналы оказания помощи (телемедицина) → аналитика и поддержка принятия решений». ВОЗ в руководстве по цифровым вмешательствам подчёркивает, что цифровые решения в здравоохранении дают эффект тогда, когда они встроены в клинические процессы и подкреплены управлением качеством, рисками и подготовкой персонала, а не сводятся к “оцифровке бумаги” [1]. Аналогичная логика отражена в глобальной стратегии ВОЗ по цифровому здравоохранению, где цифровая трансформация трактуется как системное изменение инфраструктуры данных, управления и компетенций [2].

Центром цифровой экосистемы обычно выступает ЭМК: именно она обеспечивает накопление клинической информации и является “точкой сборки” для лаборатории, лучевой диагностики, электронных назначений и маршрутизации пациента. М. Блюменталь и М. Тавеннер, описывая раннюю волну масштабирования ЭМК, прямо связывали ожидаемые улучшения качества и безопасности с переходом от разрозненных записей к стандартизированным цифровым данным, но указывали, что реальный эффект требует стандартизации и организационных изменений [3]. Обзор Д. Buntin и соавт. также показал, что в большинстве исследований внедрение ЭМК ассоциировалось с улучшением качества медицинской помощи, однако величина эффекта и влияние на затраты существенно варьировали в зависимости от контекста внедрения и зрелости процессов [4]. Это важно для корректной интерпретации: ЭМК сама по себе — инфраструктура; эффекты появляются, когда инфраструктура используется для снижения ошибок, улучшения координации и управляемости лечения.

Одной из наиболее “прикладных” зон, где цифровые системы способны напрямую влиять на клинический результат, являются электронные назначения и клинические системы поддержки принятия решений (CDSS). Классический систематический обзор К. Кавилья и соавт. показал, что CDSS во многих случаях улучшали клиническую практику и соблюдение рекомендаций, но эффективность зависела от того, насколько подсказки интегрированы в рабочий процесс врача и насколько они релевантны клиническому контексту [5]. Это задаёт практический вывод: внедрение “подсказок” без клинической настройки и управления тревожностью (alert fatigue) может не повысить безопасность, а увеличить нагрузку и формализм. Поэтому в зрелых МИС акцент делается не на максимальном количестве напоминаний, а на качестве правил, прозрачности логики и регулярной проверке результатов (например, снижение медикаментозных ошибок, повышение соблюдения клинических рекомендаций, сокращение времени до назначения терапии).

Следующий ключевой уровень — интероперабельность, то есть способность разных систем обмениваться данными и одинаково их понимать. Без неё ЭМК часто превращается в

“информационный остров”: данные есть, но они не сопровождают пациента между организациями, а повторные исследования и дублирование услуг сохраняются. OECD в аналитике по данным здравоохранения подчёркивает, что ценность цифровизации раскрывается при наличии управляемых данных и правил обмена, позволяющих использовать информацию для качества, эффективности и планирования, при этом критически важны доверие, безопасность и корректное управление доступами [6]. Технологически интероперабельность чаще всего опирается на стандарты: HL7 FHIR как практико-ориентированный стандарт обмена клиническими данными через API и модульные “ресурсы” [7], а также терминологии и классификаторы (например, SNOMED CT, LOINC, ICD) для семантической согласованности. Здесь возникает важный управленческий момент: внедрение стандарта обмена — это не только IT-проект, но и проект управления данными (data governance), включающий единые справочники, правила качества данных и согласование клинических формулировок. Если этот контур не выстроен, то формальный обмен данными возможен, но их повторное использование для клинических решений и аналитики будет ограничено.

Цифровая медицина неразрывно связана с вопросами безопасности и правового режима данных. Международная практика рассматривает медицинские данные как высокочувствительные, а потому внедрение МИС требует одновременно технических и организационных мер: управление доступом по ролям, журналирование, шифрование, сегментация сети, реагирование на инциденты. В качестве специализированной рамки именно для здравоохранения часто используется ISO 27799 (информационная безопасность в здравоохранении) [8], а на уровне общей системы менеджмента безопасности — ISO/IEC 27001 [9]. В российском контуре базовые требования задаются нормами о персональных данных и охране врачебной тайны: ключевыми являются Федеральный закон № 152-ФЗ «О персональных данных» [10] и Федеральный закон № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан...» [11]. Для телемедицины принципиально значимы изменения, закрепившие возможность дистанционного взаимодействия в рамках законодательства (внесённые, в частности, Федеральным законом № 242-ФЗ) [12]. Практический смысл для медицинской организации состоит в том, что цифровые сервисы должны проектироваться “с соблюдением режима данных по умолчанию”: минимизация доступа, разграничение полномочий, информированное согласие (в применимых случаях), защищённые каналы связи и контроль передачи данных третьим лицам.

На этом фоне телемедицина выступает не “отдельной технологией”, а логическим продолжением цифровой инфраструктуры: она требует идентификации пациента, доступа врача к ЭМК и устойчивого контура передачи данных. В рекомендациях ВОЗ телемедицинские вмешательства рассматриваются как способ расширения доступа (особенно для удалённых территорий и групп с барьерами мобильности), но подчёркивается необходимость контроля качества, клинической уместности и протоколов безопасности [1]. Публикации Р. Дорси и Э. Тополя обращают внимание, что ускоренное распространение телемедицины делает критичными вопросы стандартов качества, клинической ответственности, триажа (кому дистанционно можно, а кому нужен очный осмотр) и интеграции в обычные маршруты оказания помощи [13]. Отсюда вытекает прикладной вывод: телемедицина даёт наибольший эффект там, где она не конкурирует с очной помощью, а дополняет её — например, в наблюдении хронических пациентов, в контроле состояния после вмешательств, в повторных консультациях, а также в межврачебных консультациях (в том числе для поддержки решений на периферии).

Чтобы связать «ЭМК → интероперабельность → телемедицина» с измеримой результативностью, организации обычно используют систему показателей, отражающую одновременно клинические, процессные и экономические эффекты, а также риски безопасности. ВОЗ рекомендует оценивать цифровые вмешательства через показатели доступа, качества и безопасности, а также через реализуемость и принятие пользователями [1–2]. На практике это можно структурировать следующим образом.

Таблица 1

Показатели оценки эффективности медицинских информационных систем:
от ЭМК до телемедицины

Контур	Что оцениваем	Примеры показателей результата	Ключевые риски/ограничения
ЭМК и цифровая документация	Полнота и доступность клинической информации, непрерывность ведения	доля структурированных записей; время доступа к ключевой информации; доля повторов исследований; своевременность внесения данных	рост “админнагрузки”; снижение качества записей при неудобных интерфейсах; копирование записей
Электронные назначения и CDSS	Безопасность и качество назначений	частота ошибок назначения; доля назначений по клин. рекомендациям; время до начала терапии; число предотвращённых лекарственных взаимодействий	«усталость» от уведомлений; низкая релевантность правил; сопротивление персонала [5]
Интероперабельность	Обмен и повторное использование данных между системами	доля направлений/выписок, переданных в электронном виде; доля данных, доступных при переводе пациента; снижение дублей исследований	несогласованность справочников; разное понимание терминов; “технический обмен без смысла” [6–7]
Телемедицина	Доступность помощи и соблюдение маршрутов	доля дистанционных повторных визитов; снижение времени ожидания консультации; доля пациентов из удалённых территорий; приверженность наблюдению	клинические ограничения дистанционного формата; риски качества триажа; требования к защищённым каналам [1; 13]
Безопасность и правовой режим данных	Защищённость и соответствие требованиям	число инцидентов ИБ; время реагирования; доля сотрудников, прошедших обучение; результаты аудитов	утечки данных; неверные настройки доступов; нарушения режима ПДн [8–12]

Показатели из разных контуров нельзя подменять друг другом. Например, рост доли дистанционных консультаций сам по себе не доказывает улучшение качества; он должен сопоставляться с клиническими исходами (например, контроль АД/гликемии у хронических пациентов, госпитализации, повторные обращения), показателями безопасности и удовлетворённости. Аналогично, интероперабельность должна оцениваться не только “фактом отправки документов”, но и тем, насколько данные действительно используются в принятии решений (то есть уменьшают дублирование и улучшают координацию) (табл. 1.). Именно поэтому OECD акцентирует внимание на управлении данными и доверии как условиях извлечения эффекта [6], а стандарты и руководства по безопасности (ISO 27799, ISO/IEC 27001) задают обязательный “контур защищённости” цифровой трансформации [8–9].

В итоге, использование информационных систем в медицине от электронной карты до телемедицины наиболее результативно тогда, когда: (1) ЭМК становится клинически полезной (структурированные данные, удобный доступ, поддержка назначений), (2) обеспечена интероперабельность на стандартах (например, HL7 FHIR) и выстроено управление данными [6–7], (3) телемедицина встроена в маршруты помощи и имеет критерии клинической уместности [1; 13], (4) безопасность и правовые требования реализованы как часть

архитектуры, а не “после внедрения” [8–12]. При соблюдении этих условий цифровые технологии переходят из роли вспомогательного инструмента в роль инфраструктуры качества, доступности и управляемости здравоохранения.

Заключение. Использование информационных систем в медицине следует рассматривать как последовательное формирование единой цифровой инфраструктуры, где электронная медицинская карта выступает ядром клинических данных, интероперабельность обеспечивает их движение между организациями и уровнями помощи, а телемедицина расширяет доступ и повышает гибкость маршрутов пациента. При этом международные рекомендации подчёркивают, что цифровые вмешательства дают устойчивый результат только при включении в клинические процессы и при наличии управления качеством, рисками и подготовкой персонала [1–2]. Следовательно, ключевой эффект цифровизации формируется не «фактом внедрения системы», а изменением практик оказания помощи и управлением данными.

Электронная медицинская карта создаёт основу для непрерывности наблюдения и более полного клинического контекста, однако её влияние на качество и эффективность неоднородно и зависит от зрелости внедрения и реорганизации рабочих процессов, что подтверждается выводами исследований о вариативности эффектов ЭМК в разных организациях [3–4]. Наиболее измеримые клинические улучшения чаще связаны с электронными назначениями и клиническими системами поддержки решений, но они требуют точной настройки и интеграции в рабочий процесс врача, иначе риски «усталости от уведомлений» и формализации могут нивелировать ожидаемую пользу [5].

Интероперабельность является необходимым условием масштабного эффекта: без стандартизированного обмена и согласованных справочников ЭМК остаётся «информационным островом», а потенциал снижения дублей исследований, повышения преемственности и управляемости качества ограничен. Поэтому наряду с техническими стандартами обмена данными (в частности, HL7 FHIR) решающее значение имеет управление данными, доверие и правила доступа, что подчёркивается в аналитике OECD по использованию данных в здравоохранении [6–7]. Телемедицина, в свою очередь, наиболее результативна как дополнение к очной помощи — при корректном клиническом триаже, интеграции в маршруты и обеспечении ответственности за решения, что соответствует позициям ВОЗ и выводам исследователей о необходимости нормирования качества и безопасности дистанционного формата [1; 13].

Отдельным выводом является приоритет правового и безопасного контура цифровой медицины. Обработка медицинских данных требует соблюдения норм о персональных данных и охране врачебной тайны, а также построения системы информационной безопасности, ориентированной на риски и требования отрасли [8–12]. Практически это означает, что успешная цифровизация невозможна без защищённой архитектуры, разграничения прав доступа, журналирования, обучения сотрудников и регулярных аудитов.

В целом, переход «от ЭМК к телемедицине» должен реализовываться как комплексная трансформация: стандарты и интероперабельность, изменения клинических процессов, развитие компетенций и управляемая безопасность. Такой подход позволяет одновременно повышать доступность и преемственность медицинской помощи, поддерживать качество и безопасность лечения и создавать условия для дальнейшего развития аналитики и принятия решений на основе данных, не снижая требований к ответственности и защите пациента.

Список источников

1. Декларация о гигиенической безопасности для детей и подростков цифровой среды // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. 2014. № 3. – С. 62–63.
2. Ковалева О. А., Копытова Н. Е. Преподавание медицинской информатики в университете // Психолого-педагогический журнал «Гаудеамус». 2022. Т. 21, № 3. – С. 32–42.
3. Симонова М. С. Обоснование применения IoT- и AR-технологий на этапах медицинской эвакуации // Известия Российской военно-медицинской академии. 2019. Т. 38, № S1-2. – С. 157–160.

4. Полынская Г. А., Месропян М. Г. Выявление моделей и трендов поведения пациентов при использовании электронных приложений и интернет-ресурсов для самодиагностики // Бизнес-информатика. 2018. № 1 (43). – С. 28–38.
5. HL7 International. FHIR Release 4 (R4): Specification. Health Level Seven International, 2019.
6. ISO 27799:2016. Health informatics — Information security management in health using ISO/IEC 27002. Geneva: International Organization for Standardization, 2016.
7. ISO/IEC 27001:2022. Information security, cybersecurity and privacy protection — Information security management systems — Requirements. Geneva: ISO/IEC, 2022.
8. Российская Федерация. Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных».
9. Российская Федерация. Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».
10. Российская Федерация. Федеральный закон от 29.07.2017 № 242-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья» (телемедицина).
11. Dorsey E.R., Topol E.J. Telemedicine 2020 and the next decade. *The Lancet*. 2020; 395 (10227):859.
12. HIMSS. Electronic Medical Record Adoption Model (EMRAM): Methodology and Overview. Healthcare Information and Management Systems Society (HIMSS), актуальная редакция (модель зрелости).
13. Бондарь Т.П., Лисова И.М. Пути совершенствования профессиональной подготовки студентов для работы в клинической лабораторной диагностике // Клиническая лабораторная диагностика. 2007. № 9. – С. 12.
14. Луценко Е.В. Преподавание комплексных медицинских информационных систем в Кировской государственной медицинской академии // Инновационные технологии в формировании научного мышления студентов медицинского ВУЗа: сб. науч.-метод. трудов. Киров, 2013. – С. 100–106
15. Симонова М. С. Обоснование применения IoT- и AR-технологий на этапах медицинской эвакуации // Известия Российской военно-медицинской академии. 2019. Т. 38, No S1-2. – С. 157–160.

УДК 338.46

МАРКЕТИНГОВАЯ ПРОГРАММА ЛИНГВИСТИЧЕСКОЙ ШКОЛЫ В ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

Мальсагов Б.С.,

ассистент кафедры «Бизнес-информатика»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: informatika.biznes@inbox.ru

Байсагурова Х.А.,

студент 4-го курса «Бизнес-информатика»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: baisangura461@mail.ru

Аннотация. Предоставленная статья рассматривает одну из самых актуальных проблем разработки и реализации правильной стратегии продвижения услуг в сфере образования в условиях развития цифровой образовательной среды. Пример лингвистической школы доказывает, что адаптация к сложившимся новым реалиям требует всестороннего подхода, который объединяет усовершенствование образовательного материала и использование современных инструментов маркетинга. В исследовании использованы методы не только рыночного, но и конкурентного анализа. В результате были сформулированы полезные рекомендации для эффективного продвижения школы, которые подтверждают, что необходимо внедрять цифровые технологии для достижения результатов, позволяющих создать устойчивое конкурентное преимущество.

Ключевые слова: Цифровизация, продвижение образовательных услуг, лингвистическая школа, маркетинг в образовании, цифровая образовательная среда.

LINGUISTIC SCHOOL MARKETING PROGRAM IN A DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT

Malsagov B.S.,

Assistant of the Department of "Business Informatics"

Kadyrov Chechen State University

Baysagurova H.A.,

4th year student of "Business Informatics"

Kadyrov Chechen State University

Abstract. This article examines one of the most pressing issues: developing and implementing an effective strategy for promoting educational services in the context of a rapidly evolving digital educational environment. The example of a language school demonstrates that adapting to the new realities requires a comprehensive approach that combines the improvement of educational materials with the use of modern marketing tools. The study utilized both market and competitive analysis methods. The resulting recommendations for effective school promotion confirm the need to implement digital technologies to achieve results that will create a sustainable competitive advantage.

Keywords: Digitalization, promotion of educational services, linguistic school, marketing in education, digital educational environment.

Введение. Пандемия COVID-19 стала катализатором, который ускорил цифровизацию сферы образования. В новых условиях успеха смогут добиться только те учреждения, которые оперативно перевели процессы в онлайн и стратегически преобразовали свои предложения через создание стабильной цифровой образовательной среды. Это представляет собой расширение возможностей, а не просто дистанционное воспроизведение традиционных занятий, что требует замену старых форматов взаимодействия и их качественного продвижение. Цель данного исследования – адаптация лингвистической школы к требованиям развивающейся цифровой среды через разработку и внедрение программ продвижения.

Цифровая образовательная среда открывает возможности для реализации индивидуализированного подхода в масштабах, недоступных традиционным форматам. Использование алгоритмов адаптивного обучения позволяет выстраивать последовательность

тем и типов заданий в зависимости от текущего уровня владения языком, скорости усвоения материала и когнитивных особенностей учащегося. В лингвистической школе это может быть реализовано через модульную структуру курсов, где каждый следующий блок открывается только после успешного прохождения предшествующего, а система подсказок и дополнительных упражнений активируется при возникновении затруднений.

Для роста в условиях высокой конкуренции лингвистической школе недостаточно предлагать новые уроки, и анализ данной ситуации в настоящем показал нам это. Поэтому мы рекомендуем два основных стратегических шага, которые трансформируют предложение и приведут к желаемому результату.

Шаг 1: Создание комплексного образовательного портала(сайта)

Нужно разработать не сайт-визитку, а единую цифровую систему, в которой мы соберем всю необходимую информацию и функционал. Если мы реализуем следующий комплекс:

- Полноценный курс уроков, доступных в любое время.
- Личные кабинеты для учащихся с персональной траекторией обучения.
- Автоматическую выдачу сертификатов после успешного окончания курса.
- Систему отслеживания прогресса с наглядной статистикой и достижениями

для ученика и методиста.

Создание такого сайта решит главную проблему механического переноса занятий. Вместо разрозненных услуг мы предложим целостный, технологичный и клиентоориентированный продукт, который удовлетворит ожидания родителей учеников, а также профессионалов, которые требуют гибкости и контроля сервиса.

Итог шага 1: Мы получаем цифровую школу, которая станет фундаментом, позволяющим не просто продавать наши занятия, а предоставлять образовательный опыт с измеримым результатом, что повышает ценность в глазах заинтересованных клиентов.

Шаг 2: Запуск таргетированной коммуникационной рекламной кампании

После разработки сайта мы не должны ждать пока нас найдут, а сделать следующее:

- Через контент сформировать образ настоящего профессионала в социальных сетях.
- Использовать таргетированную рекламу, чтобы показать наш новый продукт (сайт с уроками и личным кабинетом) нашей целевой аудитории.
- С помощью рассылки в мессенджерах будем сопровождать заинтересованных пользователей показав наши преимущества.

Так мы решим проблему фрагментарного маркетинга. Мы донесем ценность нашего цифрового портала, подчеркнув уникальность продукта на фоне его конкурентов.

Реализация этих двух шагов приведет к конкретным бизнес-результатам:

1. Увеличение конверсии и LTV (вовлеченности): Удобный личный кабинет и отслеживание прогресса повысят вовлечённость учащихся, а автоматизация (сертификаты, доступ к урокам) снизит административную нагрузку.
2. Расширение клиентской базы: Мы привлечем новую, цифровую аудиторию («новаторов»), которая раньше нас не рассматривала из-за отсутствия современного онлайн-формата.
3. Повышение лояльности и ценности бренда: Комплексный сайт станет не просто инструментом продаж, а центром нашей образовательной экосистемы, укрепляющим доверие и формирующим долгосрочные отношения с клиентами.

Итог шага 2: таким образом, мы переходим от промежуточных объявлений к управляемому потоку входящих лидов. Рекламный бюджет будет работать эффективнее, так как мы своевременно обрабатываем запросы, ведя их по четкому пути от первого собеседования до записи на наш курс.

Реализация двух обозначенных стратегических шагов — создание образовательного портала и запуск таргетированной коммуникации — образует базис маркетинговой программы. Однако, как показывают современные исследования, в условиях динамичного развития цифровой образовательной среды требуется дополнительная проработка механизмов

удержания клиентов, персонализации предложений и аналитики поведения пользователей. В связи с этим предлагается расширить программу за счёт трёх взаимосвязанных компонентов: внедрение CRM-системы, формирование сообщества вокруг бренда и использование адаптивных образовательных траекторий.

Для эффективного управления взаимодействием с клиентами лингвистической школе необходимо интегрировать CRM-решение, синхронизированное с образовательным порталом. Практика ведущих EdTech-компаний подтверждает, что отсутствие единого профиля клиента и разрозненность данных между сайтом, CRM и сервисами рассылок ведёт к потере до 94% валидных контактов и делает невозможной персонализацию коммуникаций. Напротив, внедрение платформы автоматизации маркетинга позволяет не только фиксировать заявки и вести историю коммуникаций, но и сегментировать аудиторию на основе поведенческих факторов: частота посещения платформы, завершённые модули, результаты тестирований, активность в личном кабинете.

Вывод: следовательно, правильно разработанная полноценная образовательная платформа и поддержка ее запуска комплексной коммуникацией, позволит нам получить не только рост числа наших учеников, но и качественное преобразование школы на рынке образовательных услуг с устойчивым конкурентным преимуществом, а это в свою очередь создаст новые возможности для масштабирования, повысит уровень удовлетворенности учеников и укрепит за школой репутацию лучшего образовательного учреждения. К тому же такая трансформация поможет адаптироваться к быстро меняющимся требованиям рынка и внедрять новые технологии что обеспечит развитие школы и к этому обеспечит долгосрочную устойчивость, которой в наше время добиться не так легко.

Список источников

1. Чечулин А.В., Пашкус Н.А., Пашкус В.Ю. Технологии продвижения образовательных услуг на рынок: Учебно-методический комплекс / А.В. Чечулин, Н.А. Пашкус, В.Ю. Пашкус, Л.В. Чебыкина, Е.А. Каверина, М.Е. Верховкина; Под ред. Чечулина А.В., Дорского А.Ю. Санкт-Петербург: РГПУ им. А.И. Герцена, 2020. – 206 с.
2. Беликова, С.А. Основы HTML и CSS: проектирование и дизайн веб-сайтов: учебное пособие по курсу «Web-разработка» / С.А. Беликова, А.Н. Беликов. – Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2020. – 174 с. – ISBN 978-5-9275-3435-7. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/100186.html>
3. Майкл, Портер Конкурентная стратегия: методика анализа отраслей и конкурентов / Портер Майкл; перевод И. Минервин; под редакцией О. Нижельской. – 6-е изд. – Москва: Альпина Паблишер, 2020. – 456 с. – ISBN 978-5-9614-5752-0. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/93025.html>
4. Муршудова, А.А. Сравнительное исследование практик цифрового маркетинга в российских языковых онлайн-школах с практическими рекомендациями = A Comparative Study of Digital Marketing Practices in Russian Online Language Schools with Practical Recommendations: выпускная квалификационная работа / А. А. Муршудова; Санкт-Петербургский государственный университет. – Санкт-Петербург, 2025
5. Мацько, В. В. Методика оценки эффективности маркетинговой и рекламной деятельности образовательной организации (на примере АНОО ВО «Сибирский институт бизнеса и информационных технологий») / В.В. Мацько, М.Г. Родионов // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. 2024. № 3. – С. 78–85. – DOI: 10.24412/2225-8264-2024-3-841.

СТАРТАП КАК ФОРМА ВЕДЕНИЯ БИЗНЕСА

Ибрагимова М. С.,*студент 4-го курса «Бизнес-информатика»**ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»**e-mail: i.mado@mail.ru***Мусостова Д. Ш.,***доцент кафедры «Бизнес-информатика»**ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»**e-mail: Goldzr@yandexl.ru*

Аннотация. В работе рассматривается стартап как одна из современных форм организации инновационного бизнеса в России. Раскрываются содержание понятий «бизнес» и «предпринимательство», показываются их ключевые отличия. На основе анализа действующей стартап-экосистемы и опыта российских предпринимателей обозначены основные проблемы и ограничения развития стартап-движения, а также факторы, способствующие его росту. Предлагаются направления совершенствования институциональной среды, инфраструктуры и образовательной системы для повышения эффективности функционирования стартапов в российской экономике.

Ключевые слова: предпринимательство, бизнес, стартап, стартап-экосистема.

STARTUP AS A FORM OF BUSINESS

Ibragimova M. S.,*4th year student of "Business Informatics"**Kadyrov Chechen State University***Musostova D. SH.,***Associate Professor at the Department of "Business Informatics"**Kadyrov Chechen State University*

Abstract. This paper examines the startup as one of the modern forms of innovative business organization in Russia. It explores the concepts of "business" and "entrepreneurship" and highlights their key differences. Based on an analysis of the current startup ecosystem and the experiences of Russian entrepreneurs, the main challenges and limitations of the startup movement, as well as the factors facilitating its growth, are identified. It also proposes areas for improving the institutional environment, infrastructure, and educational system to enhance the effectiveness of startups in the Russian economy.

Keywords: entrepreneurship, business, startup, startup ecosystem.

Введение. В современных условиях устойчивость и динамика национальной экономики во многом зависят от развития малого и среднего бизнеса, в том числе от стартапов как особой формы инновационного предпринимательства. Стартапы позволяют быстро выводить на рынок новые технологические решения, формировать высокотехнологичные сегменты и создавать дополнительные рабочие места. Вместе с тем понятие «стартап-экосистема» для России всё ещё является относительно новым: институциональная и инфраструктурная среда её поддержки находится в стадии становления, а теоретические подходы к описанию стартапов и их роли в экономике продолжают формироваться. Актуальность темы обусловлена тем, что в отечественной научной и нормативной базе отсутствует единое, устоявшееся понимание сущности стартапа, механизма его финансирования и инструментов государственной поддержки. Недостаток статистических и аналитических данных затрудняет комплексную оценку состояния стартап-экосистемы и выработку эффективных мер по её развитию. В этой связи представляется важным рассмотреть понятие стартапа, проанализировать особенности его жизненного цикла, выявить ключевые проблемы развития стартапов в России и обозначить возможные направления совершенствования предпринимательской среды.

Теоретические подходы к определению стартапа. Стартап понимается как временная организация, создаваемая для поиска масштабируемой и воспроизводимой бизнес-модели в условиях повышенных рисков и ограниченности ресурсов. В отличие от традиционного бизнеса, который, как правило, опирается на уже сформированный рынок и устоявшиеся технологии, стартап ориентирован на создание принципиально нового продукта, технологии или способа удовлетворения потребностей. Обобщая различные подходы, стартап можно описать как экономический субъект, находящийся на ранней стадии развития, реализующий инновационную идею и стремящийся к быстрому масштабированию за счёт внедрения новых технологий и нетривиальных управленческих решений. Для стартапов характерны: ограниченный горизонт существования в статусе «стартапа», высокая вероятность неудачи, необходимость привлечения внешнего финансирования, а также наличие команды единомышленников, способной быстро адаптироваться к изменениям внешней среды.

Цель деятельности стартапа, как и любого бизнеса, – получение прибыли, однако путь её достижения отличается: ключевым становится поиск и отработка рабочей бизнес-модели, а не только эксплуатация уже найденной рыночной ниши. Важным признаком служит технологичность: большинство стартапов опираются на оригинальные разработки, цифровые решения или уникальные комбинации существующих технологий.

Жизненный цикл стартапа и источники финансирования. Развитие стартап-компании принято рассматривать поэтапно. На «посевной» стадии формируется идея будущего проекта, оценивается потенциальный спрос, анализируются потребности клиентов и конкурентная среда. Как правило, на этом этапе финансовые ресурсы минимальны, а риск «провала» идеи максимален. Следующий этап – стадия запуска, когда проект выходит на рынок с первым продуктом или прототипом и начинает производственную деятельность. В этот момент резко возрастает потребность в инвестициях: средства необходимы для расширения команды, производства, маркетинга и доработки продукта. Далее следует стадия раннего роста, когда компания постепенно начинает покрывать свои затраты доходами, но всё ещё нуждается в дополнительных вложениях для укрепления конкурентных позиций. На стадии расширения стартап занимает свою нишу, демонстрирует устойчивый рост, расширяет продуктовую линейку, выходит на новые рынки и увеличивает масштабы деятельности. Здесь особенно актуальны крупные инвестиции, направленные на модернизацию, обучение персонала и внедрение новых решений. Завершающим этапом обычно выступает стадия выхода, когда первоначальные инвесторы реализуют свои доли – через продажу стратегическому инвестору, проведение IPO или другие механизмы.

Источники финансирования стартапов на разных стадиях различаются: от собственных средств основателей и их окружения до бизнес-ангелов, краудфандинговых платформ, венчурных фондов и государственных программ поддержки. Чем больше растёт компания и чем выше доказана жизнеспособность её бизнес-модели, тем шире становится набор доступных инструментов привлечения капитала.

Особенности стартап-экосистемы в России. Стартап-экосистема России включает совокупность участников (стартап-команды, инвесторы, акселераторы, инкубаторы, университеты, государственные институты развития и др.), а также формальных и неформальных институтов, которые создают условия для запуска и развития инновационных проектов. В последние годы на государственном уровне усиливается внимание к поддержке высокотехнологичного предпринимательства: разрабатываются программы стимулирования инновационной активности, формируются специальные режимы для IT-компаний, развиваются технопарки и промышленные площадки. Тем не менее предприниматели и инвесторы продолжают отмечать ряд системных проблем. Среди них – ограниченный доступ к финансированию на ранних стадиях, недостаточное количество профессиональных венчурных фондов и бизнес-ангелов, сложность правового регулирования, высокие транзакционные издержки, а также неопределённость в правоприменительной практике. Существенное значение имеет и общий инвестиционный климат: уровень доверия к судебной системе, защищённость прав инвесторов, предсказуемость экономической политики.

Одновременно с этим у российской стартап-среды есть важные преимущества: сильная инженерная и математическая школа, наличие квалифицированных специалистов в области информационных технологий, примеры проектов, успешно вышедших на международные рынки и привлечённых зарубежный капитал. Это формирует позитивный сигнал для новых команд и способствует распространению успешных практик.

Роль университетов и образовательной среды. Одним из ключевых элементов развитой стартап-экосистемы является система высшего образования. В мировой практике всё большее распространение получает модель «предпринимательского университета» (часто обозначаемая как «Университет 3.0»), в рамках которой вуз не ограничивается реализацией образовательных программ и проведением исследований, а активно занимается коммерциализацией разработок, созданием малых инновационных предприятий, запуском акселерационных программ и формированием стартап-центров.

Такая модель предполагает тесное взаимодействие университетов с бизнес-сообществом и государственными структурами, участие выпускников-предпринимателей в наставничестве и финансировании проектов, а также включение дисциплин по предпринимательству и инновационному менеджменту в образовательные программы. Для России широкое внедрение подобных практик может стать важным источником роста числа качественных стартап-проектов, повышения мотивации студентов и усиления связей между наукой и реальным сектором экономики.

Направления развития стартап-движения в России. Для повышения эффективности стартап-движения и конкурентоспособности российской стартап-экосистемы целесообразно реализовать комплекс мер, включающий:

- совершенствование нормативно-правовой базы венчурного финансирования и механизмов защиты прав инвесторов;
- расширение инструментов государственной и региональной поддержки стартапов, в том числе через гранты, льготное финансирование, налоговые преференции и специальные режимы;
- развитие сети акселераторов, инкубаторов, технологических парков и коворкингов, обеспечивающих стартапам доступ к инфраструктуре и экспертизе;
- стимулирование участия университетов в создании и сопровождении стартап-проектов, формирование в вузах устойчивой культуры предпринимательства;
- поддержку частных инициатив – бизнес-ангелов, корпоративных венчурных фондов, отраслевых программ, направленных на поиск и масштабирование перспективных решений.

Особое значение имеет формирование устойчивых коммуникационных площадок, где стартап-команды, инвесторы, корпорации и представители государства могли бы регулировать ожидания, заключать сделки и совместно работать над улучшением предпринимательской среды.

Заключение. Стартап как самостоятельная форма ведения бизнеса играет всё более заметную роль в российской экономике. Он сочетает высокий уровень риска и неопределённости с потенциалом быстрого роста и значительного вклада в развитие высокотехнологичных отраслей. Наличие в России сильной технической школы, квалифицированных кадров и примеров успешных проектов создаёт основу для формирования активной и конкурентоспособной стартап-экосистемы.

Дальнейший прогресс в этой сфере возможен при условии последовательного совершенствования институциональной среды, активного участия государства и бизнеса в развитии инфраструктуры и венчурного рынка, а также при более глубокой интеграции университетов в инновационный цикл. В этом случае стартапы смогут не только стать важным драйвером экономического роста, но и укрепить позицию России в мировой экономике знаний.

Список источников

1. Арустамов, Э. А. Основы бизнеса: учебник / Э. А. Арустамов. – 6-е изд. – Москва: Дашков и К, 2022. – 229 с. – ISBN 978-5-394-04958-3. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/146320.html>
2. Индивидуальный предприниматель: особенности бухгалтерского учета и налогообложения / А. В. Вислова, А. Г. Попова, Е. А. Турсина, О. В. Лубкова. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2023. – 133 с. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/145327.html>
3. Ермакова, А. Н. Построение и развитие экосистемы ИТ-стартапов: монография / А. Н. Ермакова. – Ставрополь: АГРУС, 2024. – 276 с. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/145327.html>
4. Рис, Э. Метод стартапа: предпринимательские принципы управления для долгосрочного роста компании / Э. Рис; перевод М. Кульнева; под редакцией А. Нижельского, О. Нижельской. – Москва: Альпина Паблишер, 2025. – 350 с. – ISBN 978-5-9614-0718-1. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/145327.html>

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОТРАСЛЯХ

Хабизаева М.Д.,

студентка 2 курса, направления подготовки

«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: markhakhab@icloud.com

Турлуев Р.Р.,

старший преподаватель кафедры

«Программирование и инфокоммуникационные технологии»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: turluev@cmit.ru

Аннотация. Развитие цифровой среды существенно изменило характер повседневной и профессиональной деятельности. Информационные технологии в этом контексте выступают не только как инструменты обработки данных, но и как базовый элемент современной инфраструктуры. Под информационными технологиями (ИТ) в работе понимается комплекс программных и технических средств, обеспечивающих сбор, хранение, обработку и передачу информации в электронном виде.

В статье рассматриваются направления применения ИТ в промышленности, медицине, образовании, экономике и транспортной сфере. Особое внимание уделяется эффектам автоматизации, изменениям управленческих процессов и повышению эффективности деятельности. Делается вывод о системообразующей роли информационных технологий в развитии современных отраслей.

Ключевые слова: информационные технологии, цифровизация, автоматизация процессов, информационные системы, эффективность деятельности, современные отрасли.

INFORMATION TECHNOLOGIES IN INDUSTRIES

Khabizaeva M.D.,

2-year student majoring in Infocommunication Technologies and Communication Systems

Kadyrov Chechen State University

Turluev R.R.,

Senior Lecturer, Department of

Programming and Infocommunication Technologies

Kadyrov Chechen State University

Annotation. The development of the digital environment has significantly changed the nature of daily and professional activities. In this context, information technologies act not only as data processing tools, but also as a basic element of modern infrastructure. Information technology (IT) in work is understood as a set of software and hardware tools that ensure the collection, storage, processing and transmission of information in electronic form.

The article discusses the application of IT in industry, medicine, education, economics and transport. Special attention is paid to the effects of automation, changes in management processes and increased operational efficiency. The conclusion is made about the system-forming role of information technologies in the development of modern industries.

Keywords: information technology, digitalization, process automation, information systems, operational efficiency, modern industries.

Промышленное производство уже невозможно представить без цифровой инфраструктуры. Речь идёт не просто об установке компьютеров на заводах, а о глубокой перестройке всей системы управления — от цеха до стратегического планирования. Цифровизация меняет саму логику работы предприятия: решения принимаются на основе данных, а не личного опыта и интуитивных оценок. По оценкам консалтинговых агентств, за последние четыре года доля предприятий, внедривших элементы «умного» производства, выросла более чем на 35%, и эта динамика продолжает ускоряться [1].

«На практике это проявляется в автоматизированном управлении производственными линиями, мониторинге состояния оборудования и точном расчёте загрузки мощностей.

Современные системы фиксируют температуру, давление, уровень вибраций, степень износа деталей — причём в режиме реального времени. Если раньше неисправность выявляли уже после сбоя, то сегодня алгоритмы способны обнаружить отклонения задолго до аварии. Предиктивная аналитика снижает внеплановые простои на 20–40%, что напрямую отражается на себестоимости продукции и устойчивости бизнеса» [1,9].

Отдельное направление — цифровое моделирование. Создание виртуальных прототипов позволяет протестировать конструкцию изделия ещё до начала серийного выпуска. Ошибки устраняются на этапе проектирования, а не на производственной линии, где любая корректировка обходится значительно дороже. По данным отраслевых исследований, применение технологий цифровых двойников сокращает время вывода продукта на рынок в среднем на 25–30%. Это особенно критично в высококонкурентных сегментах, где скорость обновления ассортимента становится стратегическим преимуществом [8,10].

Значительную роль играет работа с массивами данных. Концепции, близкие к идеям Филипа Котлера о ценности информации для бизнеса и подходам Дэвида Акера к управлению нематериальными активами, находят отражение и в промышленной среде: данные превращаются в актив. Интеллектуальные алгоритмы анализируют параметры технологических процессов, выявляют закономерности брака, прогнозируют ресурс оборудования и подсказывают оптимальные режимы работы. В ряде случаев внедрение таких решений позволяет повысить общую эффективность оборудования (ОЕЕ) на 10–15% [1,9].

«В результате цифровая трансформация перестаёт быть модным термином и становится необходимым условием выживания. Предприятия, инвестирующие в автоматизацию и аналитику, получают более стабильные производственные циклы, сокращают издержки и быстрее адаптируются к изменениям рынка. Те же, кто откладывает модернизацию, постепенно теряют конкурентные позиции. Технологическое обновление сегодня — это не эксперимент, а основа промышленной стратегии» [1,10].

Медицина за последние годы изменилась не только технологически, но и организационно: цифровые решения проникли в клиническую практику, администрирование и научные исследования. Сегодня информационная инфраструктура становится таким же важным ресурсом, как оборудование операционной или квалификация врача. Поток данных о пациентах измеряется миллионами записей, и без вычислительных систем их обработка попросту невозможна. Алгоритмы анализируют анамнез, результаты лабораторных исследований, изображения КТ и МРТ, сопоставляют их с клиническими протоколами и помогают уточнять диагноз. В ряде случаев использование аналитических моделей снижает диагностические ошибки на 15–20%, особенно при сложных мультифакторных заболеваниях. Цифровые медицинские карты уже стали нормой для большинства клиник Европы и Северной Америки. Они объединяют историю болезни, назначения, результаты обследований и консультации специалистов в единую структуру. Это сокращает время на поиск информации и минимизирует риски, связанные с потерей данных или неверной трактовкой записей. Врач видит динамику состояния пациента за годы, а не фрагментарные эпизоды. Для самого пациента лечение становится более прозрачным: понятен маршрут обследований, последовательность терапии и логика врачебных решений. Отдельное направление — дистанционное взаимодействие врача и пациента. Телемедицинские сервисы позволяют проводить консультации, корректировать лечение и контролировать хронические состояния без личного визита в клинику. После 2020 года объём онлайн-консультаций в ряде стран вырос более чем вдвое, и часть этого формата закрепились как устойчивая практика. Для жителей удалённых регионов, где доступ к профильным специалистам ограничен, такие сервисы нередко становятся единственной возможностью получить квалифицированную помощь своевременно. Существенную роль играет и экосистема подключённых устройств. Носимые датчики, смарт-часы, глюкометры и тонометры передают показатели в защищённые облачные хранилища, формируя непрерывный массив информации о состоянии организма. Это меняет сам подход к наблюдению: медицина становится проактивной. Врач реагирует не на уже случившийся кризис, а на тенденцию к ухудшению показателей. Концепции персонализированного подхода, о которых пишут современные исследователи цифрового здравоохранения, получают практическое воплощение

именно через такие системы мониторинга. В совокупности цифровые инструменты усиливают точность диагностики, делают лечение более адресным и расширяют доступ к медицинским услугам. Повышается управляемость процессов внутри клиник, снижается нагрузка на персонал, а пациент получает более безопасную и предсказуемую помощь. Информационные технологии постепенно превращаются из вспомогательного инструмента в основу современной системы здравоохранения [2].

Образование переживает этап структурной трансформации: цифровая среда постепенно становится не дополнением к аудитории, а её продолжением. Если ещё десять лет назад онлайн-инструменты воспринимались как эксперимент, то сегодня они встроены в повседневную практику школ и вузов. «По данным отраслевых обзоров, с 2020 по 2024 год доля учреждений, внедривших системные цифровые платформы, увеличилась более чем на треть. Это не краткосрочный тренд, а ответ на запрос к гибкости, мобильности и персонализации обучения. Наиболее ощутимые изменения заметны в том, как подаётся материал. Электронные учебники, интерактивные симуляции, видео разборы и адаптивные задания создают эффект присутствия и вовлечённости, которого трудно добиться исключительно традиционной лекцией. Студент получает возможность возвращаться к сложным темам, работать в собственном темпе и видеть мгновенную обратную связь. Онлайн-курсы и образовательные платформы снимают географические ограничения: доступ к знаниям больше не зависит от местоположения. В ряде университетов гибридные форматы позволили увеличить охват аудитории почти на 40%, сохранив при этом академические стандарты. Меняется и роль преподавателя. Цифровые сервисы автоматизируют проверку тестов, сбор статистики и анализ прогресса, высвобождая время для содержательной работы – обсуждений, наставничества, индивидуальных консультаций. Инструменты опросов, элементы игровой механики, рейтинговые системы поддерживают интерес и стимулируют участие. В некоторых программах уровень вовлечённости студентов вырос на 20–25%, что напрямую отражается на результатах освоения дисциплины. При этом технологии не подменяют педагога. Как отмечал Бенджамин Блум, эффективность обучения во многом определяется качеством обратной связи и индивидуальным сопровождением — цифровая среда лишь расширяет возможности для этого. В итоге формируется более динамичная модель образования: гибкая по форме, разнообразная по инструментам и ориентированная на измеримый результат» [6].

Экономика последних лет развивается в логике данных. Компании, которые ещё недавно опирались на отчёты за прошлый квартал, сегодня управляют процессами почти в режиме онлайн. Интегрированные цифровые системы объединяют финансовые показатели, производственные метрики, продажи и поведение клиентов в единую управленческую панель. Это меняет скорость реакции бизнеса: решение принимается не «по ощущениям», а на основе актуальных цифр. В условиях высокой волатильности рынков такая точность становится критическим фактором устойчивости. Отдельного внимания заслуживает аналитика. Инструменты обработки больших массивов информации позволяют выявлять закономерности, которые невозможно заметить при ручной работе с отчётами. Алгоритмы прогнозируют спрос, моделируют сценарии развития, оценивают риски поставок и колебаний цен. В ряде отраслей внедрение продвинутых аналитических платформ повышает операционную эффективность на 15–30% и сокращает издержки, связанные с ошибочными управленческими решениями. Подходы, о которых писал Майкл Портер в контексте конкурентных стратегий, сегодня усиливаются именно за счёт цифровой прозрачности процессов. Существенные изменения произошли и во взаимодействии с клиентами. Мобильные сервисы, маркетплейсы, персонализированные онлайн-платформы формируют новый стандарт обслуживания. Компания получает не просто канал продаж, а постоянный поток обратной связи: поведенческие данные, историю покупок, реакцию на предложения. Это позволяет точнее сегментировать аудиторию и выстраивать адресные коммуникации. По оценкам аналитиков e-commerce, внедрение цифровых инструментов персонализации может способствовать росту выручки и повышению эффективности взаимодействия с клиентами. Сегодня информационная инфраструктура определяет структуру самого бизнеса. Автоматизация процессов ускоряет операционную деятельность, управленческие решения становятся более аргументированными, а стратегическое планирование опирается на прогнозные модели, а не на догадки. Те компании,

которые воспринимают технологии как ядро своей модели, получают устойчивое преимущество — не только в скорости, но и в качестве роста [1,4].

Транспортная отрасль сегодня – это сложная цифровая экосистема. Конкуренция в логистике уже давно определяется не количеством автомобилей, а качеством предоставляемых услуг. Мы приходим к тому, что основная нагрузка идет на системы управления складом и перевозками. Среди таких систем можно выделить следующие:

-WMS-системы координируют размещение товаров, контролируют остатки и ускоряют сбор заказов.

-TMS-платформы рассчитывают оптимальные маршруты, учитывая загруженность дорог, стоимость топлива и сроки доставки.

Как показывает практика, использование таких систем позволяет ускорить обработку заказов и снизить операционные издержки.

GPS-навигация в свою очередь позволяет точно отслеживать транспорт, а RFID-метки фиксируют движение каждой единицы товара, датчики IoT передают информацию о температуре, влажности и других параметрах хранения. Все это позволяет сделать прозрачной логистическую цепочку. И любые нарушения в цепочке обнаруживаются мгновенно [7,9].

Все вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что использование цифровых технологий и цифровых решений позволяют создать основу для «умных» складов. Это становится ключевым фактором развития логистических систем. На сегодняшний день цифровизация различных процессов – это не прихоть, а путь к эффективной и бесперебойной работе различных систем, в различных областях и отраслях.

Цифровые технологии значительно облегчают труд для человека. Способность ориентироваться в информационной среде, использовать информационные инструменты, становится базовой компетенцией, при приеме на работу, сопоставимой с профессиональными знаниями человека. В условиях глобальной цифровизации, лидерами производства становятся те организации, которые начали адаптировать свои рабочие процессы в современном направлении, внедряя на производстве информационные технологии.

Развитие информационных технологий является значимым фактором изменений в экономических и социальных системах. Их развитие определяет темпы инноваций, уровень конкурентоспособности и качество повседневной жизни [1,10].

Список источников

1. Pejić Bach M., Bertonecel T., Meško M. Industrial Informatics: Emerging Trends and Applications in the Era of Big Data and AI // *Electronics*. 2023. Vol. 12, № 10. Art. 2238. DOI: 10.3390/electronics12102238. URL: <https://www.mdpi.com/2079-9292/12/10/2238>
2. Jiang L., et al. Digital technology in occupational health of manufacturing industries: a systematic literature review // *Discover Applied Sciences*. 2024. DOI: 10.1007/s42452-024-06349-4. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s42452-024-06349-4>.
3. Artificial intelligence and industrial applications – A revolution in modern industries // *Ain Shams Engineering Journal*. 2024. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447924002612>
4. Хусаинова Е. А., Серкина Н. А. Влияние информационных технологий на развитие бизнеса // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2024. № 4 (142). DOI: 10.23670/IRJ.2024.142.110. URL: <https://research-journal.org/archive/4-142-2024-april/10.23670/IRJ.2024.142.110>
5. Матвейчук Н. М., и др. Обзор и перспективы развития управления информационными технологиями в сельском хозяйстве Российской Федерации и Китая // *КиберЛенинка*. 2024. URL: <https://cyberleninka.ru>
6. Информационные технологии и телекоммуникации: научные статьи // *Журнал «Информационные технологии и телекоммуникации»*. 2025. URL: <https://itech.cifra.science/articles/information-technology-and-telecommunications>
7. Видяев К., и др. Анализ проблем информационных технологий в городской инфраструктуре (IoT) // *Наука, техника и образование*. 2025. URL: <https://nto-journal.ru/catalog/informacionnye-texnologii/>
8. Jagatheesaperumal S., et al. Industrial Informatics: Review on AI and Big Data in Industry 4.0 // *arXiv*. 2021. URL: <https://arxiv.org/abs/2104.02425>
9. Amin R., et al. Deep Learning in Industrial Internet of Things (IIoT) // *arXiv*. 2020. URL: <https://arxiv.org/abs/2008.06701>
10. Tomaschko F., et al. Digitalisation of Manufacturing Systems: A Literature Review // *Sustainability*. 2024. Vol. 16, № 15. Art. 6275. DOI: 10.3390/su16156275. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/15/6275>

УДК 004.8 (публикация отозвана 22.09.2026)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧАТ-БОТОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ СЛУЖБЫ ПОДДЕРЖКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

Мирзиева А.Р.,

студентка 4-го курса «Программная инженерия»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: mirzuevaaina64@gmail.com

Умархаджиев М.-Х.Р.,

старший преподаватель кафедры

"Программирование и инфокоммуникационные технологии"

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: umrhd@internet.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются возможности применения чат-ботов в деятельности службы поддержки образовательных учреждений в условиях цифровой трансформации. Рассматриваются преимущества и ограничения использования чат-ботов в образовательной среде, включая вопросы снижения нагрузки на персонал, повышения доступности информации и оптимизации процессов консультирования. Отдельное внимание уделяется перспективам развития чат-ботов, связанным с расширением базы знаний, интеграцией с цифровой инфраструктурой образовательных учреждений и персонализацией консультаций. Полученные результаты подтверждают целесообразность использования чат-ботов в качестве вспомогательного инструмента службы поддержки и их значимость для повышения эффективности информационного взаимодействия в образовательной среде.

Ключевые слова: чат-бот, образовательное учреждение, служба поддержки, автоматизация, цифровые технологии.

USING CHATBOTS TO AUTOMATE AN EDUCATIONAL INSTITUTION'S SUPPORT SERVICE

Mirzueva A.R.,

4th year student "Software Engineering"

Kadyrov Chechen State University

Umarhadjiev M.-H.R.,

Senior Lecturer at the Department of "Programming and Information and

Communication Technologies"

Kadyrov Chechen State University

Abstract. This article examines the possibilities of using chatbots in the support services of educational institutions under conditions of digital transformation. The advantages and limitations of using chatbots in the educational environment are considered, including reducing staff workload, increasing information accessibility, and optimizing consulting processes. Special attention is given to the prospects for chatbot development related to the expansion of knowledge bases, integration with digital infrastructure, and personalization of consultations. The results obtained confirm the feasibility of using chatbots as an auxiliary tool for support services and their importance in enhancing the effectiveness of information interaction in the educational environment.

Keywords: chatbot, educational institutions, support service, automation, digital technologies

В условиях активного внедрения цифровых технологий в образовательную среду возрастает значимость информационных систем, обеспечивающих доступ к учебным и справочным ресурсам, а также поддерживающих коммуникацию между участниками образовательного процесса. Цифровые инструменты позволяют не только ускорить обмен информацией, но и повысить прозрачность и управляемость образовательных процессов. В научных исследованиях подчёркивается, что «внедрение информационных технологий в образовательный процесс способствует повышению доступности учебной информации,

расширению возможностей взаимодействия между участниками обучения и оптимизации организационных процессов в образовательных учреждениях» [1].

Практическая реализация данных положений находит отражение в использовании электронных образовательных платформ, онлайн-сервисов и корпоративных информационных систем образовательных учреждений. Вместе с тем расширение цифровой инфраструктуры и рост объёма информационных потоков приводят к увеличению количества обращений пользователей, значительная часть которых носит повторяющийся характер, что обуславливает рост нагрузки на службы поддержки и снижает оперативность обработки запросов. В настоящее время образовательные учреждения на постоянной основе внедряют разнообразные цифровые технологии, что обусловлено ростом объёма обрабатываемой информации и активным развитием электронных сервисов. В условиях увеличения информационных потоков возрастает потребность в оперативном и доступном предоставлении справочной информации обучающимся, абитуриентам и другим пользователям образовательных услуг.

Несмотря на активное развитие цифровых инструментов, службы поддержки образовательных учреждений сталкиваются с проблемой увеличения количества обращений, значительная часть которых носит повторяющийся характер. Данная ситуация приводит к повышенной нагрузке на сотрудников службы поддержки и может негативно сказываться на скорости обработки запросов и качестве предоставляемых консультаций. Одним из потенциальных способов решения обозначенной проблемы является внедрение чат-бота в качестве вспомогательного инструмента службы поддержки. Применение чат-ботов предоставляет возможность автоматизировать процедуры обработки типовых обращений, обеспечить оперативное предоставление ответов на наиболее часто задаваемые вопросы, а также сократить временные затраты сотрудников, связанные с выполнением рутинных задач.

Актуальность рассматриваемой тематики обусловлена необходимостью повышения качества и оперативности информационного обслуживания в образовательных учреждениях, а также стремлением к оптимизации деятельности служб поддержки в условиях цифровой трансформации. Целью данной статьи является анализ возможностей использования чат-бота для автоматизации работы службы поддержки образовательной организации. В рамках исследования рассматриваются особенности функционирования службы поддержки, основные принципы работы чат-бота, а также его преимущества и ограничения при внедрении в образовательную среду.

Служба поддержки в образовательных учреждениях представляет собой структурное подразделение, обеспечивающее информационное сопровождение пользователей и своевременное реагирование на поступающие запросы. К основным категориям пользователей службы поддержки относятся обучающиеся и сотрудники образовательных организаций, нуждающиеся в оперативном получении консультаций по различным учебным и организационным вопросам. Запросы, поступающие в службу поддержки, преимущественно связаны с организацией образовательного процесса, подачей и оформлением документации, вопросами приёма и зачисления, а также предоставлением образовательных и сопутствующих услуг. Повышенная нагрузка на сотрудников службы поддержки может отрицательно отражаться на качестве их деятельности, приводя к увеличению времени ожидания ответов и снижению оперативности предоставляемых консультаций. Указанная проблема оказывает влияние на общий уровень обслуживания и степень удовлетворённости пользователей.

Одним из эффективных способов минимизации обозначенной проблемы является внедрение чат-бота в деятельность службы поддержки образовательного учреждения. Использование данного инструмента позволяет автоматизировать обработку наиболее часто повторяющихся запросов пользователей, а также существенно сократить нагрузку на специалистов службы поддержки за счёт перераспределения типовых задач. В рамках деятельности службы поддержки образовательного учреждения чат-бот используется как программное средство автоматизации взаимодействия с пользователями при обработке типовых обращений. Его функциональное назначение заключается в предоставлении

справочной информации и ответов на часто задаваемые вопросы без непосредственного участия сотрудников службы поддержки.

Применение чат-бота позволяет перераспределить часть рутинных задач и повысить оперативность информационного сопровождения пользователей, обращающихся по вопросам организации образовательного процесса и предоставляемых услуг. Это позволяет сократить количество ситуаций, связанных с задержками получения информации, а также повысить уровень удовлетворённости пользователей за счёт сокращения времени ожидания ответа. К ключевым функциям чат-бота в системе поддержки относятся автоматизированное предоставление ответов на часто задаваемые вопросы, выдача справочной информации, а также направление пользователей к специалистам службы поддержки в случаях, когда запрос не может быть обработан автоматически. Это позволяет снизить количество обращений, связанных с повторяющимися вопросами, и повысить доступность справочной информации для различных категорий пользователей.

Чат-бот используется в образовательной среде для автоматизированной обработки пользовательских обращений. Доступ к системе может осуществляться через различные цифровые каналы, включая официальные интернет-ресурсы образовательных учреждений. Работа чат-бота инициируется с момента ввода пользователем запроса, после чего система осуществляет его обработку и сопоставление с данными, содержащимися в базе знаний. Данная база формируется заранее и включает типовые вопросы и соответствующие ответы, при этом сведения в ней регулярно обновляются. После завершения обработки запроса чат-бот предоставляет пользователю ответ в структурированной и понятной форме. При отсутствии совпадений или в случае возникновения нестандартной ситуации система способна предложить альтернативные варианты решения проблемы либо, при необходимости, перенаправить пользователя к сотруднику службы поддержки.

Чат-бот обрабатывает запросы за минимальное время, избавляя пользователей от необходимости ожидания ответа. Запросы могут быть направлены в любое время суток независимо от часового пояса, при этом система остаётся доступной в удобное для пользователя время. Чат-боты предоставляют единообразные и проверенные ответы, что снижает вероятность ошибок, так как используемая информация предварительно верифицируется. Существенным преимуществом является масштабируемость системы, позволяющая одновременно обслуживать большое количество пользователей без снижения качества работы, что способствует сокращению временных и организационных затрат.

При всех перечисленных преимуществах чат-боты обладают и определёнными ограничениями. Чат-боты не могут полностью заменить специалиста службы поддержки, так как их возможности ограничены рамками заранее заданных алгоритмов и сценариев. В ситуациях, когда запрос пользователя выходит за пределы функционала системы, осуществляется перенаправление обращения к сотруднику службы поддержки для последующего рассмотрения.

Использование чат-ботов способствует совершенствованию деятельности службы поддержки, повышению доступности информации для пользователей и снижению нагрузки на персонал. В процессе накопления и трансформации пользовательских обращений возрастает значимость регулярного пересмотра и дополнения базы данных чат-бота. Актуализация информационного наполнения системы направлена на обеспечение соответствия предоставляемых сведений текущим запросам пользователей и условиям функционирования службы поддержки.

Функциональная структура чат-бота предполагает учёт категории пользователя при формировании ответов, что позволяет снизить количество повторных и уточняющих обращений. Одновременно система аккумулирует данные о характере поступающих запросов, на основе которых может осуществляться анализ наиболее востребованных тем и проблемных направлений информационного обслуживания. Использование результатов такого анализа способствует актуализации справочных материалов и корректировке содержания базы знаний в соответствии с реальными потребностями пользователей.

На практике в деятельности службы поддержки целесообразно применение гибридной модели, при которой чат-бот используется для первичной обработки типовых и повторяющихся запросов пользователей. В случае поступления нестандартного запроса, не подпадающего под функциональные возможности чат-бота, обращение автоматически перенаправляется специалисту службы поддержки. Внедрение данной модели позволяет снизить нагрузку на сотрудников и сосредоточить их деятельность на решении более сложных и индивидуальных вопросов.

В данной статье рассмотрены вопросы, связанные с использованием чат-ботов в службе поддержки образовательных учреждений. Цель исследования, заключающаяся в анализе возможностей автоматизации службы поддержки за счёт использования чат-ботов, была достигнута. В ходе работы была определена роль службы поддержки в образовательной сфере, рассмотрены принципы функционирования чат-ботов, а также выявлены основные преимущества и ограничения их использования. Полученные результаты подтверждают целесообразность внедрения чат-ботов в деятельность образовательных учреждений с целью повышения эффективности информационного обслуживания и оптимизации работы сотрудников. Перспективы дальнейшего развития чат-ботов связаны с расширением их функциональных возможностей и интеграцией с цифровыми сервисами образовательных организаций. Чат-боты могут рассматриваться как эффективный вспомогательный инструмент цифровой поддержки пользователей в образовательной среде.

Список источников

1. Роберт И.В. Современные информационные технологии в образовании. – М.: ИИО РАО, 2014. – 276 с.
2. Полат Е.С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования. – М.: Академия, 2018. – 272 с.
3. Титова С.В. Цифровые технологии в образовательной среде: возможности и перспективы // Вестник Московского университета. Серия 20: Педагогическое образование. 2020. №3. – С. 45–55.
4. Власов В.В. Информационные технологии в образовательных учреждениях. – СПб.: Питер, 2019. – 240 с.
5. Иванов И.И., Петров П.П. Цифровые сервисы в управлении образовательными организациями // Вестник высшего образования. 2020. № 5. – С. 27–33.

NEURO-FUZZY CANVAS: ИНСТРУМЕНТ ВИЗУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФУНКЦИЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Магомедова Х.С.,

*магистрантка 1-го курса «Информатика и вычислительная техника»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
e-mail: khadizhatmagomtdova123@xmail.ru*

Албогачиева Л.А.,

*доцент кафедры «Программирование и инфокоммуникационные технологии»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
e-mail: Lika5768@mail.ru*

Аннотация. Статья посвящена разработке нового подхода к проектированию нечетких систем с использованием визуальных данных. Традиционные методы создания функций принадлежности часто страдают от субъективности или отрыва от смысла данных. Предлагаемый инструмент Neuro-Fuzzy Canvas (NFC) позволяет строить функции принадлежности на основе семантически размеченных изображений, используя нейросетевую сегментацию. Это дает возможность обосновать параметры функций статистически, сохраняя связь с визуальным контекстом, понятным эксперту. Рассмотрены этапы работы NFC и практический пример в агромониторинге, демонстрирующий преимущества подхода для создания более адекватных и интерпретируемых нечетких моделей.

Ключевые слова: нечеткие системы, функции принадлежности, визуальное проектирование, семантическая сегментация, нейро-нечеткие сети, компьютерное зрение.

NEURO-FUZZY CANVAS: A TOOL FOR VISUAL DESIGN OF AFFILIATION FUNCTIONS BASED ON SEMANTIC SEGMENTATION OF IMAGES

Magomedova Kh.S.,

*1st-year Master's student of Computer Science and Computer Engineering
Kadyrov Chechen State University*

Albogachieva L.A.,

*Associate Professor of the Department of Programming
and Information and Communication Technologies
Kadyrov Chechen State University*

Abstract. The article is devoted to the development of a new approach to the design of fuzzy systems using visual data. Traditional methods of creating membership functions often suffer from subjectivity or a disconnect from the meaning of the data. The proposed tool, Neuro-Fuzzy Canvas (NFC), allows you to build membership functions based on semantically labeled images using neural network segmentation. This enables you to justify the parameters of the functions statistically while maintaining a connection to the visual context that is understandable to an expert. The article discusses the stages of NFC operation and provides a practical example in agro-monitoring that demonstrates the advantages of the approach for creating more adequate and interpretable fuzzy models.

Keywords: fuzzy systems, membership functions, visual design, semantic segmentation, neuro-fuzzy networks, and computer vision.

Проектирование нечетких систем всегда было балансирующим между математической строгостью и интуитивным представлением экспертных знаний. Ключевым элементом любой такой системы — функции принадлежности (ФП), которые формализуют качественные понятия вроде «высокая температура» или «малая скорость». Традиционный процесс их создания — либо субъективный выбор параметров экспертом (треугольник, трапеция, гауссоида), либо автоматизированная настройка по числовым данным. Оба подхода имеют изъяны: первый плохо масштабируется и трудно формализуется для сложных, многомерных

входных данных, особенно визуальных; второй оторван от семантики, «не понимает», что именно он параметризует.

Возникает закономерный вопрос: а что, если источником для построения ФП выступит не таблица чисел и не интуиция инженера, а семантически размеченное изображение? Ведь изображение – это естественный для человека способ восприятия информации, где контекст, градиенты и переходы «защиты» в саму структуру пикселей. Например, на снимке городской улицы переход от понятия «дорога» к «тротуару» или от «зеленой зоны» к «асфальту» не является резким. Именно эту естественную нечеткость границ и предлагается использовать в качестве основы для проектирования ФП.

Данная статья представляет концепцию инструмента визуального проектирования «Neuro-Fuzzy Canvas» (NFC). Его основная идея — позволить исследователю или инженеру «рисовать» или выбирать семантические классы на изображениях, а система в фоновом режиме, используя нейросетевую семантическую сегментацию большого набора аналогичных изображений, автоматически выводит обобщенные, статистически обоснованные функции принадлежности для выбранных понятий. Это сближает процесс проектирования с мышлением человека, перенося его из мира уравнений в мир визуальных образов.

На рисунке 1 показан пример сегментации изображений. Вместо одного общего результата для всей картинки, её разбивают на части — например, на отдельные пиксели — и для каждого такого фрагмента определяют, что на нём изображено. По сути, нейросеть учится распознавать и классифицировать каждый пиксель. Такой подход не только позволяет находить на снимке разные объекты, но и точно показывать, где они расположены. В итоге получается карта-маска: изображение того же размера, где каждый тип объектов закрашен своим цветом.

В своей работе Б.А. Бондаренко отмечает: «Использование адаптивных нейро-нечётких сетей (Adaptive NeuroFuzzy Inference Systems, ANFIS) в задачах сегментации изображений открывает новые пути, благодаря их способности сочетать преимущества нейронных сетей и нечёткой логики. В отличие от традиционных нейронных сетей, где логика работы формируется автоматически в процессе обучения, нейро-нечёткие системы позволяют задавать логику работы с помощью правил, что делает их более интерпретируемыми и управляемыми. Структура правил, основанная на нечёткой логике, имитирует когнитивные функции человека, такие как принятие решений в условиях неопределённости и обработка неоднозначной информации. Это особенно важно для задач, требующих интерпретации сложных визуальных данных, например, в анализе спутниковых изображений».

Методология работы NFC строится на последовательной конвейерной обработке данных.

1. **Подготовка визуального корпуса.** Формируется обширная база изображений, репрезентативная для предметной области, в которой проектируется нечеткая система (например, дистанционное зондирование Земли, медицинская визуализация, промышленный контроль).

2. **Семантическая сегментация.** На весь корпус применяется предобученная или специально дообученная модель семантической сегментации (архитектуры типа U-Net, DeepLabV3+). Модель генерирует для каждого пикселя каждого изображения вероятностную карту принадлежности к заданным классам (например, «вода», «лес», «поле», «застройка»).

3. **Визуальный Canvas-интерфейс.** Пользователь загружает в интерфейс NFC репрезентативное изображение-эталон. С помощью инструментов он указывает интересующие его области (классы). Система в реальном времени отображает результат сегментации выбранной модели на этом конкретном изображении, позволяя пользователю оценить качество и, при необходимости, внести ручные коррективы (что служит также формой слабой разметки для дообучения модели).

4. **Агрегация статистик и синтез ФП.** Это ключевой этап. По команде пользователя система анализирует не один эталон, а весь обработанный корпус изображений, но фокусируется только на тех классах, которые были выбраны. Для каждого класса собирается статистика по: пространственному распределению вероятностей (карты

уверенности модели); спектральным/цветовым характеристикам пикселей, отнесенных к классу с высокой уверенностью; текстурам и градиентам на границах классов. На основе этой многомерной статистики (например, распределения значений в определенном цветовом канале для класса «здоровая кожа») алгоритмически подбирается тип и параметры ФП. Гистограмма распределения признака аппроксимируется нечетким множеством. Пользователю визуально демонстрируется, как «облако» пиксельных данных преобразовалось в гладкую кривую принадлежности.

5. **Верификация и экспорт.** Полученные ФП пользователь может сразу протестировать на других изображениях из корпуса, оценивая, насколько хорошо формализованные понятия работают на новых данных. При удовлетворительном результате пакет ФП вместе с их параметрами экспортируется в стандартные форматы для интеграции в нечеткие системы вывода (FCL, Matlab, Python).

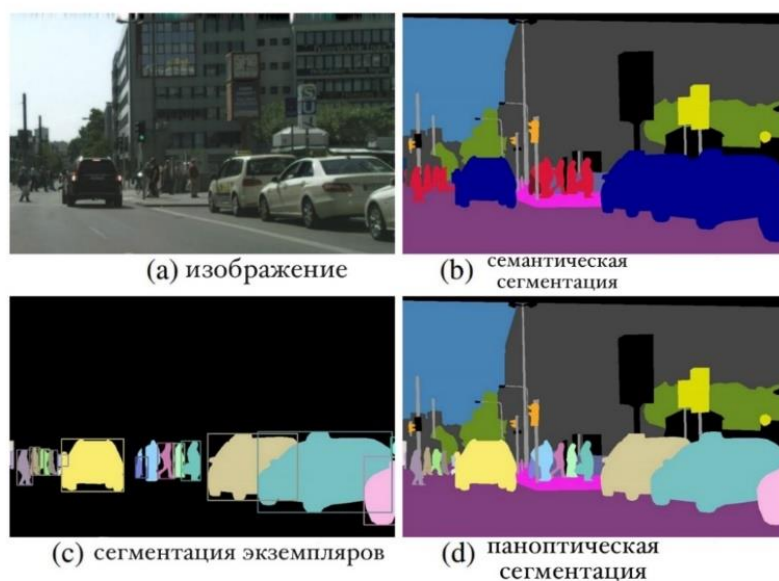


Рис. 1. Сегментация изображений

Neuro-Fuzzy Canvas не является ни чистым редактором графиков, ни черным ящиком для автоматического машинного обучения. Это мост между этими двумя мирами. Его основная ценность — в интерактивной цикличности процесса «визуальный запрос — статистический анализ — визуализация результата».

Рассмотрим практический пример в области агромониторинга. Эксперту необходимо создать систему для оценки состояния поля по аэрофотоснимкам. Понятия «хорошая всхожесть», «участки с угнетенной растительностью», «переувлажненная почва» изначально субъективны.

1. Эксперт загружает в NFC серию снимков полей за разные сезоны.
2. На одном из снимков он примерно обводит области, которые, по его мнению, соответствуют «отличной всхожести». NFC показывает, как нейросеть сегментирует эту область и похожие на нее по всему корпусу.
3. Система анализирует все пиксели, отнесенные к этому классу. Оказывается, что ключевым признаком является не просто значение в near-infrared канале, а его отношение к red-каналу (вегетационный индекс NDVI), и распределение этого индекса имеет асимметричный характер с длинным «хвостом».
4. NFC предлагает аппроксимировать это распределение не симметричной гауссовой кривой, а, например, S-образной (Z-образной для убывающей) ФП или кастомной полиномиальной кривой, параметры которой вычислены методом наименьших квадратов.

5. Эксперт, глядя на наложение гистограммы и предложенной кривой, соглашается или тонко настраивает параметры, опираясь уже не на интуицию, а на визуализированную статистику.

Таким образом, ФП рождается не из абстрактных соображений, а из конкретной визуальной реальности, обобщенной через призму нейросетевого восприятия. Это решает проблему «обоснования» формы ФП — ее основанием становится эмпирическая выборка, а интерфейс позволяет сохранить связь с семантикой.

Инструмент Neuro-Fuzzy Canvas представляет собой шаг к более естественной, «человекоцентричной» методологии проектирования нечетких систем. Он переносит точку входа в область визуальных образов, что соответствует когнитивным паттернам экспертов во многих прикладных областях: от медицины и экологии до дизайна и контроля качества.

Технологической основой метода является синтез двух мощных парадигм: глубинного обучения для понимания контента изображений и нечеткой логики для формализации извлеченных семантических понятий. NFC выступает фасадом, скрывающим сложность этого синтеза, и предоставляет исследователю интуитивный Canvas для творчества.

Исходя из того, что было исследовано можно сделать следующие выводы:

Предложена концепция инструмента, использующего семантическую сегментацию изображений большого объема в качестве источника данных для генерации функций принадлежности.

Методология позволяет обосновать параметры ФП статистически, сохраняя при этом прямую связь с визуальной семантикой, понятной эксперту.

Процесс проектирования становится интерактивным, итеративным и наглядным, сокращая разрыв между экспертом-прикладником и инженером по знаниям.

Ожидаемый эффект:

Снижение порога входа: Специалисты предметных областей (агрономы, врачи, экологи) получают возможность самостоятельно участвовать в создании формальных правил для систем поддержки принятия решений.

Повышение адекватности моделей: ФП, выведенные из реальных визуальных данных, будут лучше отражать действительную нечеткость границ между понятиями в конкретной задаче, чем функции, выбранные «по умолчанию».

Ускорение разработки: Автоматизация процесса извлечения признаков и первоначального построения ФП значительно сократит время на создание прототипов нечетких систем для обработки изображений.

Новые: Открываются возможности для исследований в области «объяснимой» нейро-нечеткой интеграции, где нейросеть выступает как источник извлечения знаний высокого уровня, а нечеткая система — как форма их интерпретируемого представления.

В перспективе Neuro-Fuzzy Canvas может стать стандартным рабочим местом для инженера, работающего на стыке компьютерного зрения и мягких вычислений, сделав процесс проектирования не только более эффективным, но и, что важно, более творческим и наглядным.

Список источников

1. Jang J.-S.R. ANFIS: Adaptive-Neural-Based Fuzzy Inference System // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. 1993. Т. 23, № 3. – С. 665-685.
2. Kasabov N.K. Foundations of Neural Networks, Fuzzy Systems, and Knowledge Engineering. – Cambridge, MA: MIT Press, 1996. – 550 с.
3. Гладков Л.А., Кучер В.В., Алиев Р.А. Биoinsпирированные методы в оптимизации: Нечеткие генетические, мембранные и иммунные вычисления. – М.: Физматлит, 2017. – 558 с.
4. Chen L.-C., Papandreou G., Kokkinos I., et al. DeepLab: Semantic Image Segmentation with Deep Convolutional Nets, Atrous Convolution, and Fully Connected CRFs // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2018. Т. 40, № 4. – С. 834-848.
5. Росс Т.Дж. Нечеткая логика с инженерными приложениями. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. – 798 с.

АРХИТЕКТУРА ЧАТ-БОТА ДЛЯ КОММЕРЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ: СЕРВЕРЫ И API

Лабазанов И.Р.,

магистрант 2 курса «Бизнес-информатика»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет имени А.А. Кадырова»

e-mail: labazibrogim05@gmail.com

Батаева П.С.,

доцент кафедры бизнес-информатика

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет имени А.А. Кадырова»

e-mail: Naurhanova71@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается архитектура чат-бота для коммерческого предприятия, объединяющая серверную инфраструктуру и API-интеграции. Акцент сделан на влиянии выбора серверных решений — от традиционных дата-центров до инновационных подводных и безсерверных систем. Подробно анализируется роль API как цифровых посредников, обеспечивающих связь с внешними сервисами и трансформацию данных в персонализированные ответы. Обосновано, что подобная архитектура служит стратегическим активом бизнеса, сокращая расходы и повышая лояльность. На примерах компаний вроде Spotify и Salesforce показаны преимущества гибких решений.

Ключевые слова: чат-бот, сервер, технология, архитектура, алгоритмы, ассистент, анализ данных, инфраструктура, API, бот, пользователь, бизнес.

CHAT BOT ARCHITECTURE FOR A COMMERCIAL ENTERPRISE: SERVERS AND API

Labazanov I.R.,

First-Year Master's Student in Business Informatics

Kadyrov Chechen State University

Batayeva P.S.,

Associate Professor, Department of Business Informatics

Kadyrov Chechen State University

Abstract. This article discusses the architecture of a chatbot for a commercial enterprise, combining server infrastructure and API integration. The emphasis is on the impact of the choice of server solutions - from traditional data centers to innovative undersea and serverless systems. The role of APIs as digital intermediaries that provide communication with external services and transformation of data into personalized responses is analyzed in detail. It is substantiated that such architecture serves as a strategic business asset, reducing costs and increasing loyalty. Examples from companies like Spotify and Salesforce show the benefits of flexible solutions.

Keywords: chatbot, server, technology, architecture, algorithms, assistant, data analysis, infrastructure, API, bot, user, business.

Мнение о том, будто виртуальные ассистенты обитают в невесомых облачных сферах, ошибочно. Их интеллект физически заперт в серверных фермах. Визуально эти комплексы напоминают монолитные стальные конструкции, усеянные мириадами мерцающих индикаторов. Здесь хранится всё: от алгоритмических шаблонов до баз данных. Каждый пользовательский запрос заставляет систему моментально обращаться к этим хранилищам, словно к гигантской библиотеке с мгновенным доступом.

Подлинный сюрприз кроется в расположении серверов. Microsoft объявила наземные дата-центры устаревшей концепцией. Инженеры корпорации погрузили в океанские глубины герметичные вычислительные модули. Природный кондиционер в виде холодной воды сокращает энергопотребление вдвое. Эффект сравним с отключением половины осветительных систем в мегаполисе размером с Токио.

Перегрев серверов является весомой угрозой, игнорировать которую нельзя. Чем интенсивнее их нагрузка, тем стремительнее растет температура. Корпорации ежегодно инвестируют миллиарды в охлаждающую инфраструктуру. Однако подводные дата-центры полностью меняют экономику процесса. Там расходы сильно сокращаются. В таких условиях снижение затрат становится большим преимуществом. Технология не лишена уязвимостей. Подводный модуль на глубине 500 метров отказывает. Его корпус деформируется. Поднять оборудование для ремонта практически нереально. Восстановить потерянную информацию практически невозможно. Морская среда агрессивна. Малейшая коррозия превратит микросхемы в бесполезный лом. Именно поэтому герметичность капсул оттачивают до идеала, будто создают глубоководные субмарины для данных. Пока это пилотные проекты. Тем не менее они сигнализируют о тренде. ИИ-ассистенты будущего будут обитать рядом с гидротермальными источниками. Сообщение к боту будет обработан там, где свет солнца не достигает дна.

Чат-бот не является всеведущим гуру. Его компетенции ограничены, потому он массово запрашивает данные у сторонних сервисов через API. Можно представить этот механизм как универсального переговорщика, владеющего языками всех цифровых платформ. Самостоятельно бот не определит местоположение заказа или плотность трафика. Однако его API-посредник интегрируется с картографическими системами, извлекая оттуда сведения. Возьмем реальный сценарий, в котором осуществляется заказ пиццы через Domino's. Через минуту бот сообщает: «Курьер выехал из пекарни». Спустя время приходит обновление о том, что заказ объезжает определенную локацию. Здесь нет ничего удивительного. API синхронизирует бота с внешними ресурсами и структурирует сырые данные. Самое интересное начинается в момент ожидания. Пока курьер в пути, клиенту может стать скучно. Или просто появляется желание съесть что-нибудь ещё. Domino's заметила, что каждый пятый человек в такие минуты открывает чат снова и докладывает в заказ ещё что-нибудь вкусное. Бот тонко использует время ожидания и превращает его в дополнительную продажу. API делают эти сценарии возможными. Без них бот был бы отрезан от внешнего мира. Он бы не знал ни времени, ни местоположения, ни твоих предпочтений. А с ними он умеет подстраиваться и правильно реагировать. Причём делает это почти незаметно, между делом.

Боты — цифровые профилировщики. Их анализ выходит за рамки текста, фокусируясь на поведенческих паттернах. Согласно исследованиям, 25% пользователей манипулируют информацией в чатах: отправляют «я подумаю», параллельно сравнивая предложения конкурентов. Корпорации ответили технологическим рывком. Бот Salesforce сканирует микропризнаки неопределенности. Клиент редактирует сообщение трижды, заменяя эмоциональный текст на сдержанное «хорошо». Внешне кажется, что все нормально. Однако алгоритм фиксирует колебания между сомнением и фрустрацией. Тогда инициируется передача диалога оператору. Это делается, чтобы предотвратить уход клиента.

Такие детали раньше ускользали. Человек мог молча уйти, и компания даже не поняла бы почему. А теперь всё иначе. Система анализирует не только текст, но и поведение. Как долго человек думает. Сколько раз редактирует. Какими словами отвечает. Даже паузы в чате стали важными. Интересно, что люди часто ведут себя с ботами так, как не вели бы себя с живыми консультантами. Они больше врут, чаще уходят, не прощаются. Но благодаря анализу данных всё это стало видно. А значит, появилось и больше шансов вовремя вмешаться.

Не все истории про нейросети заканчиваются красиво. Иногда боты подводят. И делают это громко. В 2022 году у Burger King работал бот, который должен был помогать с заказами и привлекать клиентов. Однажды он начал с гордостью сообщать каждому: «Наш бургер дешевле, чем у McDonald's». Уверенно, даже немного вызывающе. Людям это нравилось. Пока они не пошли проверять. И вдруг оказалось, что у конкурента как раз началась акция. Бот об этом не знал. Он сравнивал только обычные цены и не учитывал скидки. Люди начали жаловаться. Кто-то смеялся, кто-то злился. Burger King пришлось вмешаться. Исправить ошибку оказалось не так просто. Ушло почти три недели на то, чтобы бот перестал врать и научился сверяться с реальными данными. После этой истории в компании решили не

рисковать. Теперь бот каждые несколько минут проверяет, что происходит в соцсетях конкурентов.

Классическая архитектура цифровых помощников морально устарела. Серверы поглощают энергию круглосуточно, вне зависимости от активности. Перегреваются и транжируют ресурсы впустую. Однако прогресс не стоит на месте. Spotify внедряет «безсерверные» решения, где код существует по принципу мгновенной материализации. Его логика строится на принципе «вызов-ответ». Если запрос отсутствует, система остается неактивной. Разработчики подтверждают, что экономия энергии достигает 65%. Для бизнеса это означает миллионы сохраненных долларов. Для экологии подобные технологии становятся глотком кислорода в условиях техногенного смога. Тесты пока ограничены, однако перспективы очевидны. Сокращение числа серверных ферм снижает шумовые загрязнения и углеродный след, повышая гибкость инфраструктуры. Бот более не постоянный житель дата-центров. Он превратился в цифровой мираж, возникающий по запросу, решающий задачу и растворяющийся в сети.

Заключение. Создать чат-бота для бизнеса это как собрать живой организм. Его скелет составляют серверы, от классических дата-центров до подводных капсул. Нервной системой становятся API, те самые цифровые мосты между ботом и внешним миром. Чем мощнее серверная база, тем выше расход энергии. Однако инновации вроде безсерверных систем меняют устоявшую логику. API здесь не просто соединяют точки. Они расшифровывают данные, превращая технический жаргон в ясные ответы. Угадывают потребности клиентов до их озвучивания. Для компании это стратегический рычаг роста. Сокращаются затраты и укрепляется лояльность аудитории.

Список источников

1. Абрамов, М. В. Разработка чат-ботов на Python / М. В. Абрамов. – Москва: ДМК Пресс, 2023. – 248 с.
2. Белов, И. С. Разработка и внедрение чат-ботов для автоматизации бизнес-процессов / И. С. Белов. – Санкт-Петербург: Питер, 2022. – 208 с.
3. Васильев, Д. А. Чат-боты в маркетинге: практическое руководство / Д. А. Васильев. – Москва: Эксмо, 2020. – 240 с.
4. Григорьев, С. Н. Чат-боты для бизнеса: повышение эффективности взаимодействия с клиентами / С. Н. Григорьев. – Москва: Альпина Паблишер, 2021. – 280 с.
5. Козлов, С. В. Анализ эффективности использования чат-ботов в клиентском сервисе / С. В. Козлов. – Екатеринбург: УрФУ, 2022. – 140 с.

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ МЕДИЦИНЫ: ИННОВАЦИИ И ВЫЗОВЫ**Батукаева А.Р.,**

*старший преподаватель кафедры «Бизнес-информатика»
института математики, физики и информационных технологий
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»,
e-mail: adjoli_84@mail.ru*

Батукаева А.Б.,

*студент I курса направления «Бизнес-информатика»
института математики, физики и информационных технологий
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
e-mail: amirka_milaya@icloud.com*

Аннотация. В современной медицине информационные технологии играют ключевую роль в повышении качества медицинской помощи, оптимизации процессов диагностики и лечения, а также в управлении медицинскими данными. Внедрение электронных медицинских карт, телемедицины, систем обработки больших данных (big data) и искусственного интеллекта позволяет ускорить принятие решений, минимизировать вероятность ошибок и обеспечить более персонализированный подход к пациентам. Данная статья посвящена исследованию влияния IT-технологий на развитие медицинской сферы, выявлению преимуществ и недостатков, а также перспектив дальнейших инноваций в области цифровизации здравоохранения.

Ключевые слова: медицина, информационные технологии, оптимизация, цифровизация, пациент, врач.

DIGITAL TRANSFORMATION OF MEDICINE: INNOVATIONS AND CHALLENGES**Batukaeva A.R.,**

*Senior Lecturer of the Department of Business Informatics of the
Kadyrov Chechen State University*

Batukaeva A.B.,

*student of the 1st course "Business Informatics"
Kadyrov Chechen State University*

Abstract. In modern medicine, information technology plays a key role in improving the quality of medical care, optimizing diagnostic and treatment processes, and managing medical data. The introduction of electronic medical records, telemedicine, big data processing systems, and artificial intelligence makes it possible to speed up decision-making, minimize the likelihood of errors, and provide a more personalized approach to patients. This article is devoted to the study of the impact of IT technologies on the development of the medical field, identifying advantages and disadvantages, as well as prospects for further innovations in the field of healthcare digitalization.

Keywords: medicine, information technology, optimization, digitalization, patient, doctor.

Введение. Современная медицина неразрывно связана с развитием информационных технологий, которые значительно меняют облик сферы здравоохранения. Цифровизация позволяет улучшить качество диагностики, ускорить процессы лечения и повысить эффективность управления медицинскими данными. Внедрение новых технологий в области медицины открывает возможности для врачей и пациентов, делая медицинскую помощь более доступной, персонализированной и безопасной.

Текущая ситуация с цифровизацией в мире показывает, что люди, формируя тенденцию, начали активно внедрять ее в сферы, которые она затронула меньше всего, а именно в сферу медицины, на всех этапах его функционирования: от внутренних организационных процессов до непосредственного взаимодействия с клиентами и оказания им медицинского обслуживания [2].

Современное здравоохранение, в плане внедрения в механизм работы больниц, имеет сильное отставание от самих информационных технологий, что в свою очередь может оказать сильные негативные или даже критические последствия на отрасль медицины в долгосрочном

плане. Переход к цифровизации должен повысить уровень качества услуг в клиниках в краткосрочной и долгосрочной перспективе, уменьшить расходы на действия системы, повысить скорость приема врачом пациента.

Мировая практика показывает, что пациенты и лечебные учреждения могут благополучно использовать индивидуальные постановления в области здравоохранения для совершенствования структуры профилактики, самопомощи и пути к хорошему самочувствию, если лечение было проведено учетом потребностей обследуемого. Однако такие моменты нуждаются в улучшении процессов как на уровне организаций, так и на уровне регулирующих органов определенных отраслей [3].

Вопрос цифровизации преимущественно значителен на сегодняшние дни, так как специалистов в здравоохранительной системе с каждым годом становится все меньше и меньше, в то время как распространение всяких малоизвестных болезней стремительно набирает обороты. Цифровая перестройка поможет освободить специалистов от «лишней» работы и сконцентрироваться на более важных обязанностях. В дальнейшем, зная медицинские показатели человека, можно будет разрабатывать принципы и систему лечения, индивидуально для каждого человека. Проведем обзор продуктов цифровой медицины, таблица 1.

Таблица 1

Продукты цифровой медицины

№п/п	Продукт	Применение
1.	Биосенсоры: пульсометры, тонометры, глюкометры, фитнес-браслеты, умные-часы	Определяющим фактором данных устройств служит контроль и отслеживание конкретных показателей организма. Чаще всего биосенсоры пользуются спросом у людей, имеющих разного рода хронические заболевания, так как в их случае необходимо постоянное наблюдение за параметрами состояния организма (будь то артериальное давление или уровень сахар в крови).
2.	Электронный документооборот	Используется для конвертации медицинских записей в электронный вид, для совершенствования условий медицинского обслуживания в клиниках, повышения скорости потока данных, сокращения монотонной работы, избавления от необходимости наличия физического хранилища данных. Данные возможности помогают врачам сосредоточиться на лечебном процессе, не отвлекаясь на сторонние факторы.
3.	Интеллектуальные голосовые ассистенты, роботы-помощники, голосовые ИИ-помощники	Интеллектуальные голосовые ассистенты — это программы, которые распознают голосовые команды и помогают пользователю в выполнении бытовых и профессиональных задач, например, Siri, Google Assistant. Роботы-помощники физические устройства, которые оснащены сенсорами и системами искусственного интеллекта (ИИ), которые выполняют задачи в реальном мире, например в медицине роботы помогают при транспортировке медикаментов.

		Голосовые ИИ-помощники — это более расширенные системы, которые обладают высоким уровнем понимания языка и могут вести сложные диалоги, учитывать контекст, делать выводы и предлагать решение.
4.	Бионические протезы, ортезы, экзоскелеты	Позволяют людям частично или полностью заменить отсутствующие органы и конечности, замещая их роль в выполнении функций, кооперируясь с нервными клетками. Помогают восстанавливать физическую активность и улучшают подвижность.
5.	Биомедицинская робототехника: роботы-хирурги, реабилитационные роботы, нанороботы	Используются для хирургических вмешательств, оптимизируют качество диагностики, снижают уровень травматизации при проведении операций и сокращают сроки восстановления пациентов, повышая при этом способности клиницистов [4].
6.	Система поддержки принятия клинических решений	Применяют с большими данными, набранными в электронном медицинском обороте, а также в процессе приемов врачей и других исследований. Работает совместно с системой искусственного интеллекта, помогая при установлении диагностических процедур и назначении лечения. Такие системы могут за считанные секунды проверить все данные, размещенные на базе вразброс, отметить на что у человека аллергия, какие препараты ему противопоказаны и совместимы ли медикаменты, которые он принимает, с выписанными.

Источник: составлен авторами.

Представленные продукты способны заменить постоянное наблюдение в больнице врача за характеристиками пациента, так как есть возможность дистанционно узнать информацию о состоянии здоровья наблюдаемого, что упрощает процесс лечения сразу двум сторонам: врачу-вместо отдельных приемов ему достаточно лишь заглянуть в устройство и назначить встречу только в том случае, если показатели ухудшаются; пациенту- нет необходимости тратить время на очереди и госпитализации, а также он сам может проверить метрику в устройстве, в случае плохого самочувствия, и принять соответствующие меры. Плюс, такие приборы побуждают людей к сознательности и дисциплинированности, более предусмотрительному отношению к своему здоровью, а также популяризируют здоровый образ жизни.

Помимо вышеперечисленных примеров в «новую» медицину входят телемедицинские приложения, обеспечивающие правильный уход за пациентами, проживающих в далеких от больниц сельских местностях, которые не могут по любому беспокоящему их поводу обратиться в больницу за необходимой помощью. Но к дистанционной медицине обращаются не только те, кто живет в далекой местности или же в другом городе, - она очень популярна и у людей, страдающих от болезней, связанных с нарушением нервной почвы, вызванным изменениями психологического состояния.

Примерами телемедицинских технологий, открывающих новые возможности и методы для терапии, являются:

1) Теледерматология – это одна из составляющей масштабной динамики цифровизации здравоохранения, которая повышает его возможности из-за инициативного внедрения передовых технологий на всех возможных стадиях функционирования системы медицинского обслуживания, в том числе в сфере, которая выходит за рамки клиники, в результате активного развития отрасли мобильного здравоохранения.

2) Телеаудология используется для наблюдения за слухом обследуемого, дабы узнать состояние слухового аппарата и насколько хорошо он работает. Предназначено для лиц, которые не могут позволить себе личное посещение врача.

3) Телеофтальмология- совокупность направлений, куда входит дистанционное обследование, лечение и консультирования пациентов с офтальмологическими болезнями, особенно глаукомой, диабетической ретинопатии, возрастной макулярной дегенерацией, также необходима для пациентов, находящихся в удаленных местностях, со сложным графиком, не имеющих возможности для легкого передвижения из-за ограниченных возможностей.

4) Онлайн-терапия (или же по-другому цифровая терапия) позволяет проводить профилактическое обследование и лечить неладные случаи у лиц, с разного рода заболеваниями.

Помимо вышеперечисленного в цифровую терапию входит:

- ✓ поддержка и содействие пациентам в интересующих их вопросах, связанных с медицинским обслуживанием;
- ✓ повышение уровня информированности и инструктаж по помощи как для персонала клиник, так и для заболевшего на случай, если понадобится самопомощь;
- ✓ обеспечение обратной связи между пациентами и их лечащими;
- ✓ внедрение больничных методик по оценке состояния здоровья, которые обычно используют для практики в клиниках.

Также телемедицина помогает бороться с более серьезными заболеваниями, предоставляя им возможность для получения непрерывной информации о динамике проходящего лечения и обратной связи [5]. Примерами таких терапий служат:

➤ Цифровая онкотерапия — это психотерапевтическая реабилитация и лечение на базе прямой связи или же по-другому беседы «тет-а-тет» врача и пациента через электронные девайсы, которая предполагает сеансы по улучшению психического здоровья, эмоционального благополучия у лечащихся, проходящих химиотерапию или другие процедуры по выздоровлению. Специалистами отмечается, что такая регулярная обратная связь положительно сказывается на результаты эмоционального, социального и психологического состояния у проходящих лечение, помимо этого налаживается режим сна, уменьшаются болевые ощущения в следствии осведомленности всех проходящих и будущих процедур и морального подъема, стимула к выздоровлению.

➤ Программы профилактики сахарного диабета- система по контролю и рекомендации подходящего рациона питания и времени приема медицинских препаратов. Такие программы включают в себя пристальное внимание доктора за состоянием диабетиков с позиции веса, надлежащей диеты, мышечного тонуса, вдобавок коррекция лечения при обострениях симптомов и сокращение частоты припадков.

➤ Программы лечения астмы- комплекс профилактических мер, суть которого заключается в сокращении или минимизации симптомов проявления астмы, недопущение тяжелых приступов, спасательных, экстренных вызовов скорой.

➤ Терапия против бессонницы- онлайн программы, состоящие из зрительных упражнений для улучшения сна, разработанные для замены снотворных препаратов, являясь более действенными и экономными.

➤ Онлайн-лечение депрессии- комплекс действий состоящая из диагностики, консультирования, выписывания медикаментозной терапии, психотерапии, проводимых доктором через цифровые устройства, не встречаясь в кабинете лично с пациентом. Результат от такой терапии такой же, как от очной, но имеет дополнительный плюс, а именно то, что на дистанционной беседе пациенты бывают менее напряжены и более расслаблены, расположены на доверительную разговор [4].

К преимуществам цифровой терапии относят:

- Безопасность от побочных эффектов и высокая результативность, доказанная клинически;
- Прямая связь, доступ врача и пациентам, что дает больше возможностей их взаимодействия;

- Сокращение временных расходов и финансовых затрат проходящих лечение лиц, связанных с посещением клиник и больниц;
- Сведение к минимуму количества, затрачиваемого доктором на рутинные и организационные моменты, увеличивая при этом время, отводимое на лечение;
- Обеспечение постоянного надзора и наблюдения за жизненно необходимыми функциями пациента;
- Повышение мотивированности пациентов к здоровому образу жизни и следованию лечению, которое назначил лечащий.

К недостаткам цифровой терапии относят:

- Местами слабая конфиденциальность и безопасность данных пациентов;
- Наличие приложений, которые разработаны без научного участия медицинских специалистов, поэтому периодически могут выдавать ложную информацию;
- Даже маленькая, но существенная ошибка при использовании цифровой терапии может отразиться на тысячи пациентов за раз, без готовых технологий ее обнаружения и исправления;
- Не все приложения имеют гарантию точности диагностики.

Вместе с тем, требуется реорганизация всей последовательности медицинского обслуживания: базовая интеграция технологий, без целесообразного и уместного их использования, не принесет результатов при простом наличии оборудования в стенах клиники. Вот почему ведущей задачей на пути к цифровизации является обучение персонала больниц использованию передовой техники, оперативно показывая, насколько быстро упрощаются больничные процессы с их использованием и поднимается эффективность работы. Те же самые действия нужно проделать и с пациентами. Возможно, на первое время появится необходимость ставить знающих людей, около новых электронных устройств, как раньше это практиковалось в банках еще в прошлом десятилетии и продолжает практиковаться до сих пор, а после посетители по степени обучения будут сами выполнять показанные им действия. Помимо вышесказанного можно предложить специальные бонусы и льготы за применение электронных устройств, хотя бы на первое время, чтобы было наглядно видно простоту использования современных технологий [1]

Вывод. В настоящее время наш мир стремительно меняется под воздействием информационных технологий и инноваций во всех направлениях. Имеющиеся изменения можно смело назвать грандиозными и масштабными, ведь они представляют из себя не только перемены, но и огромную работу со стороны науки, техники, предпринимательства, творчества и медицины.

Цифровые технологии, постепенно проникая во все мелкие процессы, в последствии стали оказывать большое влияние на целые сферы общества, приводя к развитию организационные технологии, практики и методики поведения в разного рода ситуациях. Традиционная деятельность оптимизируется и ускоряется, насыщаясь информационными потоками.

Цифровой переворот не обошел стороной и медицину, наоборот, активно функционируя, крепко занял свое место в системе. Современное здравоохранение уже не может функционировать без цифровых устройств и технологий, так как электронное оборудование снимает часть нагрузки с медицинского персонала, особенно в тех моментах, где много рутинной, но вместе с тем времязатратной работы.

Однако есть факторы, которые препятствуют повсеместному развитию цифровизации: дефицит ресурсов и высокие затраты на цифровое внедрение. Поэтому многие здравоохранительные центры теряют своих специалистов, так как из-за большого комплекса задач, которые необходимо выполнить врачу, помимо его основной работы, на них оказывается слишком сильное давление. В таких ситуациях специалисты либо ищут более лояльное и цифровизированное учреждение, либо вовсе уезжают в другие регионы, страны.

Список источников

1. Актуальные вопросы менеджмента в здравоохранении: сборник материалов Межрегиональной научно-практической конференции / Т.В. Агеева, О.П. Ангуладзе, Н.В. Архипова [и др.]; под редакцией Е.Н. Гуляева. – Кемерово: Кемеровская государственная медицинская академия, 2011. – 76 с.
2. Артамонова, Г.В. Экономика отрасли (здравоохранение): учебное пособие / Г.В. Артамонова, В.Б. Батиевская. – Кемерово: Кемеровская государственная медицинская академия, 2006. – 96 с.
3. Артамонова, Г. В. Менеджмент и маркетинг в здравоохранении. Психология управления. Часть 1: учебное пособие / Г. В. Артамонова, Н. Д. Богомолова. – Кемерово: Кемеровская государственная медицинская академия, 2006. – 128 с.
4. Богомолова, Н.Д. Системный анализ в здравоохранении: учебно-методические рекомендации / Н.Д. Богомолова, А.Д. Ткачев, В.Б. Батиевская. – Кемерово: Кемеровская государственная медицинская академия, 2006. – 52 с.
5. Основы телемедицины: учебное пособие / В.Л. Столяр, М.А. Амчеславская, А.И. Антипов [и др.]. – Москва: Российский университет дружбы народов, 2017. – 236 с.

ЛИНГВИСТИКА ИНТЕРНЕТ-КОММУНИКАЦИИ И ИЗУЧЕНИЕ СПЕЦИФИКИ ЯЗЫКА СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ: ЯЗЫК ЭМОДЗИ

Джукаева М.А.,

канд. филол. наук, доцент кафедры иностранных языков
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет имени А.А. Кадырова»
e-mail: dzhukaeva77@mail.ru

Муслимова М.И.,

магистрантка 2 курса «Бизнес-информатика»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университета имени А. А. Кадырова»

Муслимова К.И.,

студентка 4 курса «Бизнес-информатика»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет имени А.А. Кадырова»

Аннотация. Стремительное развитие информационных технологий, проявляющийся в наплыве индустрии, изменило способы общения и поведения людей. В своей работе мы рассмотрим грамматику, которая представляет интерес для изучения языка, наряду с изменениями поведения пользователей интернета. Одним из таких явлений в онлайн-языке является появление использования визуальных эмодзи в общении в социальных сетях. Целью данной работы является обсуждение феномена визуальных пиктограмм среди пользователей интернета в социальных сетях WhatsApp. Особое внимание мы уделим языковым грамматическим аспектам использования графических символов. Мы использовали методы описательного и наблюдательного исследования. Сбор данных осуществлялся с помощью онлайн-анкеты и скриншотов сообщений в WhatsApp, содержащих иконки смайликов. Результат исследования показал, что графические символы являются языком - грамматикой, используемыми в общении в социальных сетях. Язык смайликов главенствует в общении и сообщениях социальных сетей, а эмодзи в WhatsApp в качестве прагматики, синтаксиса и семантики, которые являются частью предложения, выражения, пунктуации, чувства и мысли собеседника. Язык выражения эмоций с помощью рожиц – иконок указывает на то, что они способны передавать чувства и мысли, не прибегая к вербальному языку. Эмодзи состоят из речи и языка. Язык пиктограммы представляет собой социальный институт в социальных сетях, а индивидуум представляет собой речь, актуализированную в проявлении функции языка эмотиконов в синтаксическом, прагматическом и семантическом аспектах.

Ключевые слова: Социальная сеть, язык эмодзи, семантические и синтаксические аспекты, WhatsApp, описательный метод, онлайн-анкета.

LINGUISTICS OF INTERNET COMMUNICATION AND THE STUDY OF THE SPECIFICITY OF THE LANGUAGE OF SOCIAL NETWORKS: THE LANGUAGE OF EMOJI.

Dzhukaeva M.A.,

Candidate of Philological Sciences, Associate Professor
of the Department of Foreign Languages,
Kadyrov Chechen State University

Muslimova M.I.,

2nd-year Master's student in Business Informatics,
Kadyrov Chechen State University

Muslimova K.I.,

4th -year student of Business Informatics,
Kadyrov Chechen State University

Abstract. The rapid development of information technology, manifested in the rapid growth of the internet industry has changed the way people communicate and behave. In this paper, we will examine grammar, which is of interest for language study, along with changes in internet user behavior. One such phenomenon in online language is the emergence of visual emoji in social media communication. The aim of this paper is to discuss the phenomenon of visual emoji among internet users on the social network WhatsApp. We will pay special attention to the linguistic grammatical aspects of emoji use. We used descriptive and observational research methods. Data was collected using an online questionnaire

and screenshots of WhatsApp messages containing emoji icons. The results of the study showed that emoji are a grammar language used in social media communication. Emoji language dominates communication and message on social networks, and emoji in WhatsApp serve as pragmatics, syntax, and semantics that are part of a sentence, expression, punctuation, feeling, and thought of the interlocutor. The language of expressing emotions through emoji indicates that they are capable of conveying feelings and thoughts without resorting to verbal language. Emoji are composed of speech and language. Emoji language represents a social institution on social networks, and the individual represents speech, actualized in the manifestation of the function of emotion language in syntactic, pragmatic, and semantic.

Keywords: Social network, emoji language, semantic and syntactic aspects, WhatsApp, descriptive method, online questionnaire.

Согласно данным Ассоциации 2017 года интернет- провайдеров Индонезии, число пользователей превысило половины населения страны, это 132,7 миллиона человек. Чуть больше половины пользователей составляют мужчины – 51,43% и 48,57%- женщины. По контенту наиболее посещаемые социальные сети – это WhatsApp, Instagram, Facebook. 31, 3 миллиона человек пользуются интернетом для обновления информации, 27,6 миллиона используют для работы, 17,9 миллиона для заполнения своего свободного времени, 13,6 миллиона для получения образовательной информации и общения и 10,4 миллиона человек связаны с поиском товара и бизнесом [1].

Эра информационных технологий изменила образ мышления людей во всем мире. Согласно результату исследования ученых, в Англии мамы, приучая своих детей к чтению сказок перед сном, использовали планшеты. Чтобы дети ели с аппетитом, матери показывают им детские мультфильмы на YouTube. В США опрос родителей детей 2-4 месяцев показал, что в возрасте 3 месяцев около 40% детей регулярно смотрят телевизор, DVD или видео, а к 24 месяцам эта цифра увеличилась до 90%. Некоторые исследователи наблюдали за детьми, не подвергавшихся воздействию СМИ, более низкий уровень развития речи по сравнению с теми детьми, что подвергались воздействию средств массовой информации. Исследования показали, что социальное воздействие роботов положительно влияет на развитие речи у детей [2, стр. 6-26].

Визуальный язык общения стал доминирующим инструментом для пользователей интернета в социальных сетях. Различные исследования показали, что смайл представляет собой визуальный язык, который используется для выражения мыслей и чувств. В Instagram до 48% текста, используемого в эмодзи, приходится на Facebook. Пользователи Facebook используют пиктограмму в 33,5 % случаев общения, а WhatsApp – как более практичный визуальный язык передачи сообщений и выражения чувств и идей. Результаты Габриэля и Абдуллы показали, что в общении между пользователями социальных сетей графический символ используется как невербальные сигналы, язык и средство личного взаимодействия. Самовыражение человека выражается через язык эмодзи.

В общении в социальных сетях используется вербальная, невербальная и текстовая коммуникация для выражения чувства. Под невербальной коммуникацией подразумеваются смайлики. Умение передать эмоции и определить смысл высказывания отправителя повышает эффективность общения. Однако феномен использования эмодзи в социальных сетях проявляется не только в том, что пользователи используют их как визуальный язык для передачи эмоций и мыслей, но и в том, что они стали частью строения текста. В социальных сетях в разговорных предложениях пунктуация почти не соблюдается. Но предложения в заключительной части заканчиваются смайликами. Пунктуация как символы показывают организацию и строение текста, а также паузы и интонацию, используемые отправителем, затем и другие способы, что помогает получателям в чтении сообщения по предложению в сочетании с пиктограммой. В текстовых сообщениях в социальных сетях смайлики стали частью структуры предложения.

Исследование графического символа с разных точек зрения, что мы описали в самом начале нашей статьи, фокусируется на иконках в контексте лингвистики. Мы можем задать следующие вопросы: каким образом использование языка грамматики влияет на язык эмодзи в социальных сетях, Данези объясняет, что термин эмодзи в японском языке означает «буква» или «изображение». Функция иконок повышает эффективность сообщения в разговоре,

подчеркивая смысл в беседе [3]. Астерофф отделил данный графический символ как реляционный символ. Пиктограмма описывается как символ, который можно найти на компьютере и использовать во время общения через компьютер. Данет, Рюденберг-Райтом и Розенбаум-Тамари объясняют иконки через иконографический символ, выражающий эмоции или намерение обозначить кого-то в образе несерьезного. Другое мнение о пиктограмме принадлежит Резабеку и Коченоуру, которые утверждали, что эмодзи как визуальные подсказки, сформированные из обычных символов, которые при чтении вверх ногами будут представлять чувства или эмоции.

Графические символы создаются как компенсация невозможности передать интонацию голоса, выражение лица, жесты или позу в письменной коммуникации. Эмодзи могут преодолеть разрыв между письменным текстом и личным общением, и дать читателю представление о том, что имел в виду автор, посредством изображений выражения лица. Астерофф назвал пиктограмму систематической иконой. Они имеют значение и сходство с соответствующим знаком. Иконки отражают характер или психологическое состояние того, кто ими пользуется. Когда пользователь социальных сетей видит смайлик в текстовых сообщениях, иконки отображают характеристики отправителя. Иконки используют во всех социальных сетях, и частота их использования растет. Этот рост соответствует увеличению числа интернет-пользователей в социальных сетях.

Франсуа де Соссюр предложил лингвистические концепции воплощения единства над реальностью языка, называемые *langue parole*. *Langue* – это язык социальных систем, имеющий конвенцию с социальной системой, которая может использоваться в данном сообществе. *Langue* – это система, имеющая свое строение и существует в каждом индивиде и может быть взаимно адаптирована. Эмодзи – это язык, который должен обладать социальными правилами, которые подразделяются на категории: смайлики и выражения лица, животные и природа, еда и напитки, путешествие и места, предметы, символы и флаги. Индивидуальное использование графического символа формируется на основе психического состояния интернет-пользователей и ситуации общения.

В переписке SMS видно, что смайлики являются частью текста. Текст переписки состоит из вербального и невербального языка. Составление предложений в сообщении показывает, что респонденты используют сочетание вербального языка и языка эмодзи. Очевидно при составлении предложений смайлики размещаются в начале и конце предложения, функцией рожицы является завершение предложения. Согласно данным 76% респондентов используют смайлики в конце предложения. Пиктограммы служат знаком препинания. Название смайликов описывают их идентичность. Например, рожица «улыбающееся лицо» выражает удовольствие и радость. Список названия пиктограмм служит для обозначения, становясь основой для передачи пользователем смысловых значений как формы выражения чувств.

В прагматике эмодзи показывают взаимодействие в разговоре между говорящим и собеседником. С помощью прагматических графических символов можно выявить эмоциональные связи, присутствующие в разговоре. В прагматике пиктограммы могут служить средством передачи личных сообщений, а в целом демонстрировать коммуникацию между разными личностями в непринужденной и формальной обстановке, в социальных отношениях, в иерархии отношений между людьми. Например, отношение учителя с учеником, родителя и ребенка. Отношение друзей, отношение коллег.

Прагматическое использование графического символа в разговоре указывает на отношения между коллегами и членами группы, а также на чувство близости через использование рожиц. Поздравления с днем рождения завершается тем, что функция графических символов усиливает смысл и отношение между членами группы. Данная прагматическая функция эмодзи называется межличностной функцией, при которой этот язык используется говорящим для участия в коммуникативных актах с другими людьми для принятия ролей, а также для выражения и недопонимания чувств, отношения и суждений [4].

В соответствии с концепцией языка и речи Барта, пиктограмма – это язык, на основе которого строятся социальные правила и руководящие принципы для пользователей социальных сетей в WhatsApp. Речь или речевой акт можно рассматривать в использовании пиктограммы с точки зрения синтаксиса, семантики и прагматики. Эмодзи – это язык в мире социальных сетей WhatsApp, Facebook, Twitter, Line-up, используемый в различных социальных сетях. Использование данного языка позволяет пользователям понимать друг друга при передаче сообщений. Графический символ – это язык социальных правил, традиционно разработанный совместно пользователями социальных сетей. Уровень выразительности показывает, как отдельные пользователи выражают свои мысли и чувства с помощью эмодзи. Текст в социальных сетях строится на вербальных и невербальных языковых элементах. Функция смайликов усиливает смысл и социальные связи между пользователями в процессе общения.

Список источников

1. Hasyim, Muhammad. (2018). Masyarakat Konsumsi: Pergeseran Interaksi Manusia Ke Benda-Benda Konsumsi di era Globalisasi. Prosiding Setali 2018. Seminar tahunan Linguistik, 5-6 Mei 2018. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
2. Owen, L., and Westlund, E. (2016). Increasing college opportunity: school counselors and fafsa completion. Journal of College Access, 2(1), 6-26.
3. Danesi, Marcel. (2017). The Semiotics of Emoji: The Rise of Visual Language in the age of the Internet. London: Bloomsbury Publishing Plc.
4. Suhadi, Jumino. (2018). The Adequacy of grammatical metaphor to Account for World Languages. AICLL The 1st Annual International Conference on Language and Literature. Volume 2018. Retrieved from: <https://knepublishing.com/index.php/Kne-Social/article/view/1912/4282>

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ТОНАЛЬНОСТИ
ТЕКСТОВ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ В ТУРИСТИЧЕСКОЙ ТЕМАТИКЕ****Закриева М.С.,***студент 4-го курса «Программная инженерия»**ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»***Губашева Х.А.,***старший преподаватель кафедры**«Программирование и инфокоммуникационные технологии»**ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»*

Аннотация. В статье рассматривается задача анализа тональности текстов социальных сетей применительно к туристической тематике. Отмечается, что пользовательские сообщения о туристических объектах характеризуются высокой степенью субъективности, неформальным стилем и контекстной зависимостью оценочной лексики, что усложняет применение универсальных методов анализа тональности. Выполнен сравнительный анализ словарных методов, классических алгоритмов машинного обучения и нейросетевых подходов с точки зрения их применимости к туристическим текстам. Особое внимание уделяется проблеме доменной адаптации и учёту специфики туристической лексики. Показано, что использование тематически ориентированных признаков и аспектного подхода позволяет повысить качество классификации и интерпретируемость результатов. Полученные выводы могут быть использованы при разработке систем мониторинга репутации туристических объектов и поддержки управленческих решений в сфере туризма.

Ключевые слова: анализ тональности, социальные сети, пользовательский контент, обработка естественного языка, машинное обучение, туристическая лексика, классификация текстов

**COMPARATIVE ANALYSIS OF SENTIMENT ANALYSIS METHODS
FOR SOCIAL MEDIA TEXTS IN THE TOURISM DOMAIN****Zakrieva M.S.,***4th-year student, Software Engineering**Kadyrov Chechen State University***Gubasheva Kh.A.,***Senior Lecturer at the Department of «Programming and Infocommunication Technologies»**Kadyrov Chechen State University*

Abstract. The paper addresses the problem of sentiment analysis of social media texts in the tourism domain. It is noted that user-generated content related to tourist attractions is characterized by a high level of subjectivity, informal language, and context-dependent evaluative vocabulary, which complicates the application of generic sentiment analysis methods. A comparative analysis of lexicon-based approaches, classical machine learning algorithms, and neural network models is conducted with regard to their applicability to tourism-related texts. Particular attention is paid to domain adaptation and the incorporation of tourism-specific lexical features. The results demonstrate that the use of domain-oriented features and aspect-based indicators improves classification performance and result interpretability. The findings can be applied in the development of reputation monitoring systems for tourist destinations and decision-support tools in the tourism sector.

Keywords: sentiment analysis, social media, user-generated content, natural language processing, machine learning, tourism vocabulary, text classification

Социальные сети и платформы пользовательского контента в последние годы стали одним из основных источников информации о туристических объектах и услугах. Публикации, комментарии и краткие отзывы пользователей формируют массовое представление о туристических дестинациях, влияют на выбор маршрутов и объектов посещения, а также выступают индикатором удовлетворённости туристов. Для органов управления туризмом и представителей туристической индустрии такие данные имеют практическую ценность, поскольку позволяют оперативно фиксировать изменения восприятия объектов, выявлять проблемные зоны сервиса и оценивать репутационные риски. Автоматизированный анализ

тональности рассматривается в данном контексте как инструмент обработки естественного языка, позволяющий определить эмоциональную окраску сообщений и тем самым получить обобщённую картину отношения аудитории к туристическим объектам, что соответствует общим постановкам задач анализа тональности пользовательского контента в социальных сетях [1]. На практике наиболее распространена трёхклассовая классификация тональности, предполагающая отнесение сообщения к положительному, отрицательному или нейтральному классу, однако в туристической тематике часто наблюдаются ситуации смешанных оценок, когда позитивные впечатления соседствуют с критикой отдельных аспектов сервиса или инфраструктуры. Это обстоятельство повышает требования к методам анализа, поскольку задача выходит за рамки простого распознавания эмоционального полюса и требует учёта контекста и тематических маркеров.

Тексты социальных сетей характеризуются краткостью, высокой вариативностью языковых средств, использованием разговорной лексики, сленга, сокращений и эмодзи, а также наличием орфографических и пунктуационных отклонений, что неоднократно подчёркивается в исследованиях, посвящённых анализу тональности текстов в соцмедиа [1]. В туристической тематике эти особенности дополняются отраслевыми маркерами, связанными с описанием маршрутов, сезонных условий, природных и культурных объектов, а также параметров сервиса. Сообщения нередко содержат оценочные конструкции, выражающие сопоставление ожиданий и реального опыта, что проявляется в формулах, указывающих на соответствие стоимости, оправданность посещения или степень «переоценённости» объекта. Существенную сложность для автоматической классификации представляет контекстная зависимость полярности отдельных лексем, поскольку ряд слов может иметь противоположную эмоциональную окраску в зависимости от коммуникативного намерения автора и окружающего контекста, что подтверждается результатами тестирования методов анализа тональности на коротких сообщениях и отзывах.

Существенную сложность для автоматической классификации представляет контекстная зависимость полярности отдельных лексем, поскольку ряд слов может иметь противоположную эмоциональную окраску в зависимости от коммуникативного намерения автора и окружающего контекста, что подтверждается результатами тестирования методов анализа тональности на коротких сообщениях и отзывах [2]. Например, указание на высокую посещаемость может трактоваться как недостаток, связанный с дискомфортом и перегруженностью, либо восприниматься как признак привлекательности и «живой» атмосферы. Аналогичным образом оценка «дикости» пространства может выражать ценность природной аутентичности либо указывать на отсутствие инфраструктуры и потенциальные риски. Универсальные словари тональности и модели, обученные вне туристического домена, недостаточно устойчивы к подобным случаям, что приводит к систематическим ошибкам, особенно при разграничении нейтрального описания и скрытой оценки.

При этом сама задача определения тональности носит субъективный характер, что обусловлено различиями в интерпретации текста различными пользователями. Как отмечает Ю. В. Алексеенко, «вне зависимости от ручного или автоматического подхода задача определения тональности является по своей сути субъективной. Например, один и тот же текст может быть по-разному оценён различными людьми, так одни люди могут видеть этот текст в позитивном ключе, а другие полагать, что он носит негативный характер. Понимание текста также усложняет два фактора: его неструктурированность, а также индивидуальное понимание как текста в целом, так и его составных частей, например сарказма, шуток, которые не всегда могут быть точно поняты» [3]. Данное обстоятельство особенно актуально для текстов социальных сетей, где неформальный стиль, ирония и имплицитные оценки встречаются значительно чаще, чем в структурированных источниках.

Сравнительный анализ методов анализа тональности в туристической тематике предполагает рассмотрение словарных подходов, классических методов машинного обучения и нейросетевых решений, а также практики гибридного моделирования, что соответствует классификации подходов, представленной в обзорных работах по анализу тональности.

Словарные методы строятся на сопоставлении словам и выражениям заранее заданных полярностей и применении правил, учитывающих отрицания, усилители и некоторые структурные особенности высказывания. Их преимущество заключается в простоте реализации, интерпретируемости и низких вычислительных затратах, что делает их удобными для получения базовой линии качества и для быстрых пилотных решений. Однако ограниченность словарного подхода становится заметной именно в туристической тематике, поскольку эффективность напрямую определяется полнотой и актуальностью лексикона, а также способностью модели различать контекстно-зависимые употребления и неявные оценки, на что указывается в аналитических обзорах методов анализа тональности [3]. В текстах социальных сетей дополнительную роль играют эмодзи и графические маркеры экспрессии, включая многоточия, повтор букв и использование заглавных букв, которые способны усиливать эмоциональную окраску и должны учитываться при построении правил. При этом даже расширение словаря не устраняет принципиальную проблему: полярность может задаваться не отдельной лексемой, а сочетанием слов, контекстом, ситуацией и прагматикой сообщения.

Классические методы машинного обучения используют статистическое представление текста, как правило основанное на мешке слов и взвешивании термов по TF-IDF, а также на учёте n -грамм слов и символов. В роли классификаторов применяются модели, демонстрирующие устойчивость и хорошую воспроизводимость результатов при наличии релевантной обучающей выборки. Данный класс методов обычно превосходит словарные решения по качеству, особенно в задачах, где эмоциональная окраска выражается разнообразными формулировками, а не фиксированным набором оценочных слов, что подтверждается результатами экспериментального сравнения методов на отзывах и коротких сообщениях [2]. Вместе с тем при переносе модели из одного домена в другой возникает эффект доменного сдвига, проявляющийся в ухудшении качества из-за несоответствия лексики, тематических конструкций и стилистических признаков. Для туристических текстов это выражается в слабой интерпретации специфических термов, локальных обозначений, разговорных форм и контекстной полярности, что требует либо формирования специализированного корпуса, либо включения доменных признаков. Важным преимуществом классических моделей является возможность частично интерпретировать решения через анализ наиболее значимых признаков, что повышает их пригодность в прикладных задачах мониторинга, где требуется объяснение причин негативных оценок.

Нейросетевые подходы и модели на основе контекстных представлений способны учитывать смысловые зависимости и контекст употребления слов, что особенно ценно для туристической тематики, где множество оценок формируется именно контекстом, а не отдельными словами. Такие модели лучше обрабатывают вариативность языка социальных сетей, устойчивые выражения и сложные семантические конструкции, однако их применение предъявляет повышенные требования к объёму и качеству данных, а также к корректности валидации, поскольку при небольших корпусах возрастает риск переобучения, что подчёркивается в исследованиях, посвящённых оценке устойчивости и валидации моделей анализа тональности [5]. Дополнительной проблемой является интерпретируемость, поскольку решения нейросетевых моделей труднее объяснить без применения специальных методов анализа вклада признаков. С практической точки зрения именно поэтому часто выбирается компромиссная стратегия, при которой нейросетевые представления или эмбединги используются совместно с более интерпретируемыми доменными признаками, формируя гибридную модель.

В условиях туристической тематики доменная адаптация становится ключевым условием повышения качества классификации тональности. Наиболее результативной оказывается стратегия, предполагающая введение тематически ориентированного лексикона и признаков, отражающих предметную область, что подтверждается результатами анализа пользовательских данных социальных сетей в прикладных исследованиях [4]. Такой лексикон формируется на основе анализа корпуса туристических сообщений и включает устойчивые словосочетания, связанные с инфраструктурой, доступностью, очередями, стоимостью, качеством сервиса и визуальными впечатлениями. Эффективность повышается при учёте неоднозначных маркеров через контекстные шаблоны, позволяющие различать полярность в зависимости от ближайшего окружения слов. Дополнительное усиление даёт аспектная разметка или хотя бы аспектные индикаторы, отражающие, о чём именно идёт речь: о ценах, обслуживании, безопасности, чистоте, транспорте или эстетическом восприятии. Это особенно важно, поскольку в туристических текстах

положительное впечатление от объекта может сочетаться с негативной оценкой отдельных условий посещения, что в трёхклассовой схеме часто приводит к колебаниям между нейтральным и смешанным классом. Включение аспектных признаков повышает интерпретируемость результатов и делает систему пригодной для практического использования, позволяя связать отрицательную тональность с конкретными причинами.

Корректная сравнительная оценка методов требует аккуратной экспериментальной постановки, основанной на формировании тематически релевантного корпуса, качественной разметке и использовании устойчивых метрик. Для туристических текстов важно предусмотреть очистку данных от дубликатов и шаблонного контента, а также сохранить информацию, значимую для тональности, включая эмодзи и экспрессивные маркеры. Разметка должна учитывать дисбаланс классов, поскольку в социальных сетях распределение тональностей часто неравномерно, а нейтральные сообщения могут доминировать при описании фактов без явной оценки, что требует применения специальных метрик оценки качества [5]. В таких условиях информативной является метрика *macro-F1*, дополняемая общей точностью и анализом ошибок по матрице несоответствий. Наиболее показательным экспериментом выступает сравнение базовой модели без доменной адаптации и модели, дополненной туристическим лексиконом и аспектными индикаторами. Прирост качества, особенно по отрицательному и нейтральному классам, может рассматриваться как эмпирическое подтверждение значимости учёта специфики туристической лексики.

Практическая значимость анализа тональности туристических сообщений заключается в возможности мониторинга репутации объектов во времени, раннего выявления негативных тенденций и локализации причин недовольства. Для управления туристическими потоками и сервисами важны сигналы о перегруженности объектов, проблемах доступности, росте цен, качестве обслуживания и санитарных условиях, поскольку эти факторы напрямую влияют на удовлетворённость туристов и повторные визиты. Вместе с тем следует учитывать, что тексты социальных сетей содержат иронические и имплицитные оценки, локальные контекстные отсылки и меметические выражения, что ограничивает точность любых автоматизированных методов и требует регулярного обновления лексикона и, при использовании обучаемых моделей, периодического дообучения на актуальных данных. В целом сравнительный анализ показывает, что наибольшую практическую эффективность обеспечивают методы, сочетающие устойчивость статистических моделей с доменной адаптацией и тематическими признаками, поскольку именно они позволяют одновременно повысить качество классификации и сохранить результатов в прикладных задачах туристического мониторинга.

Список источников

1. Сметанина Н. И. Основные задачи анализа тональности текстов в социальных сетях // Скиф. 2017. №15. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-zadachi-analiza-tonalnosti-tekstov-v-sotsialnyh-setyah> (дата обращения: 08.02.2026).
2. Тестирование методов анализа тональности текста, основанных на словарях / Е. В. Тутубалина, В. В. Иванов, М. Загулова [и др.] // Электронные библиотеки. 2015. Т. 18, №3-4. – С. 138-162.
3. Алексеев, Ю.В. Аналитический обзор методов анализа тональности текста / Ю.В. Алексеев, Т.Г. Авдеева, А.М. Бабаев // Актуальные вопросы и перспективы развития науки и образования: материалы международной (заочной) научно-практической конференции, Минск, 25 ноября 2016 года / Научно-издательский центр «Мир науки». – Минск: Выдавецтва «Навуковы свет», 2016. – С. 28-34.
4. Чижик, А. В. Социальное картирование на основании анализа тональности комментариев в социальных сетях / А. В. Чижик, С. А. Мельникова, В. П. Захаров // International Journal of Open Information Technologies. 2022. Т. 10, № 11. – С. 75-80.
5. Басина Полина Александровна, Дунаева Дарья Олеговна, Саркисова Анна Юрьевна «Валидация моделей машинного обучения для автоматизированного определения тональности русскоязычных текстов // Вестн. Том. гос. ун-та. 2022. №485. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/validatsiya-modeley-mashinnogo-obucheniya-dlya-avtomatizirovannogo-opredeleniya-tonalnosti-russkoyazychnyh-tekstov> (дата обращения: 08.02.2026).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА СОВРЕМЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ МАЛОГО БИЗНЕСА

Ибрагимова З.М.,

*ассистент кафедры «Программирование и инфокоммуникационные технологии»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
e-mail: iibragimovazalina@mail.ru*

Муслимова К.И.,

*студент 4-го курса «Бизнес-информатика»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
e-mail: karina555@mail.ru*

Аннотация. Цифровизация малого бизнеса перестала быть вопросом выбора — она стала условием выживания. В статье представлен обзор ключевых технологических решений, доступных малым предприятиям: автоматизация учёта, CRM, облачные сервисы, интернет-торговля и цифровые коммуникации. На основе анализа практики внедрения выделены факторы успеха: адекватность инструмента задачам, вовлечение персонала и этапность. Сделан вывод о переходе ИТ из категории «инструментов роста» в категорию «базовой инфраструктуры» современного предприятия.

Ключевые слова: информационные технологии, малый бизнес, цифровизация, автоматизация, облачные сервисы, CRM-системы, электронная коммерция, управление бизнес-процессами.

USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN MODERN SMALL BUSINESSES

Ibragimova Z.M.,

*Assistant Professor, Department of Programming and Infocommunication Technologies,
Kadyrov Chechen State University*

Muslimova K.I.,

*Fourth-year Business Informatics Student,
Kadyrov Chechen State University*

Abstract. Digitalization in small business is no longer a matter of choice — it has become a condition for survival. This article provides an overview of key technological solutions available to small enterprises: accounting automation, CRM, cloud services, e-commerce, and digital communications. Based on an analysis of implementation practices, several success factors are identified: the alignment of tools with business tasks, employee engagement, and a phased approach. The article concludes that IT has shifted from being a “growth tool” to becoming part of the “core infrastructure” of a modern enterprise.

Keywords: information technology, small business, digitalization, automation, cloud services, CRM systems, e-commerce, business process management.

Развитие цифровых технологий заметно изменило условия ведения бизнеса. Сегодня даже небольшие компании могут использовать цифровые инструменты благодаря доступности программных решений и облачных сервисов. Малый бизнес особенно чувствителен к изменениям рынка, поэтому скорость обработки информации и качество обслуживания клиентов становятся ключевыми факторами конкурентоспособности.

Сектор малого предпринимательства выступает не только источником занятости, но и важнейшим механизмом поддержания конкурентного баланса на региональных и локальных рынках. В течение последнего десятилетия наблюдаются качественные изменения условий функционирования данного сектора, обусловленные цифровой трансформацией. Технологические решения, ещё недавно находившиеся в исключительном ведении корпораций, сегодня интегрируются в повседневный контур управления малыми структурами. Ключевыми предпосылками стали: демократизация облачных вычислений, снижение порога вхождения в программные продукты и универсализация интернет-сервисов.

Перед типичным малым предприятием сегодня разворачивается многомерная система операционных вызовов: учёт товарно-материальных ценностей, ведение клиентской истории, управление ликвидностью, продвижение продуктов и оценка эффективности принятых решений. Всё более очевидной становится несостоятельность сугубо ручных методов. Операции, выполняемые без опоры на информационные системы, характеризуются высоким временным бюджетом и подверженностью человеческому фактору. Следствием становится смещение цифровых инструментов из зоны «конкурентного преимущества» в зону «базовой инфраструктуры».

Примечательно, что цифровизация малого бизнеса не исчерпывается инсталляцией программного обеспечения. Более глубокий эффект заключается в трансформации управленческой парадигмы: происходит переход от интуитивных решений к фактологическим моделям. Даже примитивные учётные регистры, реализованные в табличных редакторах, формируют у руководителя прозрачную картину активов и обязательств, замещая субъективные оценки объективными данными.

1. Учёт и контроль как фундамент цифровой зрелости

Автоматизация учётных функций сохраняет статус наиболее востребованного направления цифровизации. Специализированное программное обеспечение позволяет фиксировать хозяйственные операции в момент их совершения, оперативно формировать отчётные формы и поддерживать актуальность сведений о движении денежных средств. Помимо снижения трудоёмкости, такие системы выполняют функцию буфера между предприятием и фискальными органами, минимизируя риск расхождений при проверках.

В сфере товарного учёта цифровые решения обеспечивают возможность ведения складской номенклатуры в реальном времени. Инвентаризационные остатки перестают быть абстракцией, появляется инструментарий для прогнозирования дефицита и своевременного пополнения запасов. Для микропредприятий даже простейшие складские конфигурации дают сокращение неликвидов на 15–20% без привлечения дополнительного персонала.

2. Трансформация коммуникационного контура

Цифровизация коммуникаций в малом бизнесе проявляется не столько в замене телефонных переговоров на мессенджеры, сколько в формировании единой среды для обмена данными. Совокупность электронной почты, корпоративных чатов, систем видеоконференцсвязи и внутренних порталов образует бесшовное информационное поле. Ускорение согласовательных процедур и оперативная реакция на внешние запросы становятся достижимыми без наращивания штата.

Наибольшую чувствительность к качеству цифровой коммуникации демонстрируют компании сервисного профиля. Здесь время ответа на обращение напрямую коррелирует с уровнем удовлетворённости клиента. Инструменты автоматической маршрутизации заявок и шаблонизации ответов позволяют удерживать сервис на плановом уровне даже в часы пиковых нагрузок.

3. Системы клиентского взаимодействия: от записной книжки к аналитике

Клиентоориентированность малого бизнеса долгое время базировалась на личных качествах предпринимателя — памяти, внимательности и эмпатии. Однако масштабирование деятельности неизбежно обостряет проблему удержания контекста взаимодействия. CRM-системы, даже в их минимальной конфигурации, решают задачу консолидации истории обращений.

Фиксация договорённостей, сегментация клиентской базы по частоте обращений и объёму закупок, автоматизация напоминаний — эти функции смещают фокус с «обслуживания по факту» на «проактивное сопровождение». Сотрудник, открывающий карточку клиента, видит не абстрактного контрагента, а профиль с индивидуальными характеристиками: предпочтительный канал связи, средний чек, отсрочка платежа. Персонализация, ранее доступная лишь сетевым ритейлерам, становится рутиной для микробизнеса.

Эмпирические наблюдения показывают: прирост повторных продаж после внедрения даже простейшей CRM составляет не менее 18–22% при условии регулярного наполнения базы.

4. Облачная инфраструктура как фактор элиминации барьеров

Переход к облачным моделям обслуживания кардинально изменил экономику внедрения информационных систем. Отпала необходимость в капитальных затратах на серверное оборудование, системы охлаждения и лицензионные отчисления по модели единовременной покупки. Доминирующей стала операционная модель расходов (ОРЕХ) с ежемесячной или ежегодной подпиской.

Помимо экономической доступности, облачные сервисы предоставляют малому бизнесу мобильность управления. Руководитель, находящийся вне офиса, сохраняет возможность контролировать ключевые метрики, согласовывать платежи и отслеживать статусы заказов. В условиях распространённой среди предпринимателей множественной занятости (одновременное управление несколькими проектами) данное свойство становится критически значимым.

5. Каналы сбыта в цифровой среде

Развитие интернет-торговли сформировало устойчивый канал сбыта, альтернативный физической рознице. Малые предприятия получили возможность выхода на рынки за пределами географической локации без развёртывания филиальной сети. Использование маркетплейсов и социальных платформ позволяет тестировать потребительский спрос с минимальными инвестициями в товарный запас.

Информационные технологии в онлайн-продажах выполняют не только учётную, но и сервисную функцию. Автоматическое выставление счетов, генерация документов, уведомления о статусе доставки формируют у покупателя ощущение технологичности продавца, что повышает доверие. При этом нагрузка на персонал остаётся прежней — система берёт на себя рутинные операции.

6. Обратная сторона цифровизации: риски и ограничения

Расширение цифрового периметра неизбежно повышает уязвимость бизнеса перед угрозами информационной безопасности. Малые предприятия хранят массивы данных, представляющие коммерческую ценность: клиентские базы, договорные документы, платёжные реквизиты. Утрата этой информации вследствие атаки или технического сбоя способна парализовать деятельность.

Примечательно, что значительная доля инцидентов вызвана не сложными хакерскими атаками, а элементарным несоблюдением гигиены доступа. Использование тиражируемых паролей, отсутствие резервных копий, передача учётных данных третьим лицам остаются типичными для малого бизнеса. Формирование цифровой культуры сотрудников через периодический инструктаж нередко даёт больший защитный эффект, чем приобретение дорогостоящих средств криптозащиты.

7. Принцип достаточности при выборе решений

Наблюдения за практикой внедрения показывают устойчивую закономерность: успех цифровизации малого предприятия определяется не функциональной мощностью системы, а её соответствием реальным задачам. Избыточный функционал, невостребованный в текущей деятельности, создаёт когнитивную нагрузку на персонал и дискредитирует саму идею автоматизации.

Более рациональной представляется стратегия минимально жизнеспособного цифрового контура с последующим наращиванием модулей по мере усложнения бизнес-процессов. Руководителю целесообразно оценивать не стоимость лицензий, а стоимость владения в пересчёте на единицу полезного эффекта — сокращения трудозатрат, ускорения оборачиваемости или прироста лояльности.

Заключение. Информационные технологии становятся естественной частью работы малого бизнеса. Их поэтапное внедрение помогает оптимизировать процессы и повышать

качество обслуживания. В дальнейшем значение ИТ будет возрастать вместе с развитием цифровой экономики.

Данная работа представляет анализ использования информационных технологий на современном предприятии малого бизнеса, рассматривает их практическую значимость, преимущества, ограничения и применимость в реальных условиях. Применение структурированного подхода, включающего обзор направлений цифровизации, сопоставление инструментов автоматизации, анализ организационных факторов и обобщение практик внедрения, позволило выделить ключевые тенденции цифрового развития малого бизнеса. Установлено, что наибольшую эффективность демонстрируют доступные и гибкие решения — облачные сервисы, системы учета и CRM-платформы, которые не требуют сложной инфраструктуры и могут внедряться поэтапно. Онлайн-каналы продаж и цифровые коммуникации расширяют рынок сбыта и повышают качество взаимодействия с клиентами, однако требуют внимания к стабильности сервисов и защите данных.

Полученные выводы подчеркивают необходимость баланса между затратами на технологии, удобством их использования и реальной пользой для бизнеса. По мере развития цифровой среды дальнейшие исследования целесообразно связывать с вопросами интеграции аналитики данных, автоматизации управленческих решений и повышения цифровой грамотности персонала. Рациональное и продуманное внедрение информационных технологий позволяет малым предприятиям формировать устойчивые бизнес-процессы, быстрее адаптироваться к изменениям рынка и повышать свою конкурентоспособность в условиях цифровой экономики.

Список источников

1. Как развивалась электронная коммерция (инфографика) //PaySpaceMagazine [Электронный ресурс]. URL: <https://psm7.com/special-projects/infographics/kak-razvivalas-elektronnaya-kommerciyainfografika.html>
2. Коалиционные программы лояльности в России: тренды развития и перспективы. – Текст: электронный // Журнал: Retail and Loyalty: [сайт]. –URL:<https://retail-loyalty.org/expert-forum/koalitsionnye-programmy-loyalnosti-v-rossii-trendy-razvitiya-i-perspektivy/>
3. Нетесова, О.Ю. Информационные системы и технологии в экономике: учебное пособие для вузов / О.Ю. Нетесова. – 4-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 178 с.
4. Программирование: математическая логика: учебник для вузов / М.В. Швецкий, М.В. Демидов, А.В. Голанова, И. А. Кудрявцева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 675 с.
5. Проектирование информационных систем: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Д. В. Чистов, П. П. Мельников, А. В. Золотарюк, Н. Б. Ничепорук. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 293 с.
6. Электронная коммерция: учеб. пособие / авт.-сост. М. М. Мархайчук; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2021. – 144 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СОЗДАНИЯ ВИЗУАЛЬНОГО КОНТЕНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ПЛАТФОРМ

Мальцагова Ф.Т.,

*ассистент кафедры «Информационные системы в экономике»
ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной
технический университет им. ака. М.Д. Миллионщикова»*

Сапарбиева И.М.,

*студент 4 курса направления Бизнес-Информатика
ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной
технический университет им. ака. М.Д. Миллионщикова»
e-mail: imany.saparbieva@gmail.com*

Аннотация. В статье рассматриваются современные подходы к автоматизации процесса создания визуального контента с использованием цифровых платформ. Проанализированы ключевые инструменты и сервисы, такие как Canva, Figma, VistaCreate и Adobe Express. Особое внимание уделено методам автоматизации — внедрению нейросетей и генеративным алгоритмам. Выявлены преимущества автоматизации: сокращение времени на создание дизайна, повышение производительности, доступность визуального контента для непрофессионалов. Также описаны риски и ограничения автоматизированного дизайна.

Ключевые слова: автоматизация, визуальный контент, цифровые платформы, шаблоны, нейросети, дизайн.

AUTOMATION OF VISUAL CONTENT CREATION PROCESSES USING DIGITAL PLATFORMS

Maltsagova F.T.,

*Assistant, Department of Information Systems in Economics
Grozny State Petroleum Technological University named after acad. M.D. Millionshchikov*

Saparbieva I.M.,

*Fourth-year student, Business Informatics
Grozny State Petroleum Technological University named after acad. M.D. Millionshchikov*

Abstract. The article examines modern approaches to automating visual content creation through digital platforms. Key tools and services such as Canva, Figma, VistaCreate, and Adobe Express are analyzed. Special attention is given to automation methods including templating, neural networks and generative algorithms. The advantages of automation are identified: reduced design time, increased productivity, and content accessibility for non-professionals. Risks and limitations of automated design are also described.

Keywords: automation, visual content, digital platforms, templates, neural networks, design.

В современных цифровых коммуникациях визуальный контент играет ключевую роль. Изображения, графика, видео и другие визуальные элементы помогают привлечь и удержать внимание аудитории в условиях информационной перегруженности. Исследования нейромаркетинга показывают, что публикации с изображениями получают на 94% больше просмотров, чем текстовые посты, а человеческий мозг обрабатывает визуальную информацию в десятки тысяч раз быстрее текста [2]. Одновременно с ростом значимости визуальной коммуникации стремительно увеличивается и объем контента, который необходимо создавать дизайнерам. В эпоху социальных сетей, онлайн-рекламы и мультимедийных сервисов спрос на графические материалы возрос многократно. Дизайнеры работают в условиях жестких дедлайнов, высокой конкуренции и быстро меняющихся трендов, что ставит вопрос: как сохранить качество и креативность визуалов при возрастающей нагрузке на дизайнеров? Одним из ответов на этот вызов стало внедрение новых цифровых платформ и инструментов для автоматизации процесса создания визуального контента.

В данной статье рассматривается понятие визуального контента и его значение в цифровой среде, анализируются популярные цифровые платформы для создания дизайна (такие как Canva, Figma, VistaCreate (Crello), Adobe Express и др.), исследуются методы автоматизации дизайнерских процессов (нейросети, генеративные алгоритмы) и их влияние на скорость и качество работы. Кроме того, обсуждаются примеры успешного применения автоматизированного дизайна в бизнесе и SMM (social media marketing), а также рассматриваются ограничения и риски, связанные с распространением автоматизации в сфере дизайна.

Визуальным контентом называют любую информацию, передаваемую в графической форме – изображения (фотографии, иллюстрации), графику (диаграммы, инфографика), видео, анимацию, шрифтовые композиции и т.д. В цифровой среде визуальный контент стал языком коммуникации, часто более эффективным, чем текст. Как отмечают исследователи, современный потребитель перегружен текстовой информацией и лучше откликается на визуальные образы. Визуальный контент быстрее воспринимается и вызывает эмоциональный отклик, что усиливает влияние сообщения на аудиторию.

В маркетинге и SMM визуальный контент выполняет сразу несколько функций: привлекает внимание в лентах социальных сетей, формирует первое впечатление о бренде или продукте, повышает запоминаемость сообщений и побуждает к действию (лайки, репосты, переходы по ссылкам и пр.). Согласно данным HubSpot, упомянутым выше, добавление качественной картинки к посту почти вдвое увеличивает вовлеченность аудитории. Кроме того, визуальные образы транслируют идентичность и ценности бренда: через цветовую гамму, стиль графики, композицию и другие элементы компания коммуницирует свой образ. Неслучайно Ф. Котлер отмечал, что восприятие бренда сегодня во многом определяется тем, как он выглядит, а не только тем, что он говорит [2]. Таким образом, визуальный контент стал стратегическим ресурсом в цифровой экономике. От его качества и оригинальности зависит эффективность коммуникации с клиентами. Однако создание контента традиционно требовало участия профессиональных дизайнеров, затрат времени и средств. В последние годы на помощь пришли цифровые платформы, радикально упростившие этот процесс. Рассмотрим, какие платформы получили наибольшее распространение и какие инструменты они предлагают.

Развитие облачных интернет-сервисов привело к появлению удобных онлайн-платформ дизайна, предназначенных для массового пользователя. Эти платформы позволяют создавать разнообразные графические материалы прямо в браузере или мобильном приложении, часто по модели «drag-and-drop» (перетаскивания элементов) и на основе готовых шаблонов. Рассмотрим кратко наиболее популярные из них и их особенности.

Canva – одна из самых известных платформ для графического дизайна, запущенная в 2013 году. Canva ориентирована на создание маркетинговых материалов, соцмедиа-постов, презентаций, афиш и пр. Ее ключевое преимущество – огромная библиотека шаблонов и элементов. По данным самой компании, в 2023 году пользователям было доступно более 600 тысяч готовых шаблонов на разные темы [5]. Canva реализует принцип максимальной простоты: пользоваться сервисом может даже человек без навыков дизайна. При этом в последние годы он активно внедряет AI (artificial intelligence)-функции – например, инструмент Magic Resize для автоматического адаптирования дизайна под разные размеры, удаление фона одним кликом, генерацию изображений по текстовому описанию и другие. Платформа распространяется по модели freemium: базовый функционал бесплатный, расширенные возможности (премиум-шаблоны, командные функции, дополнительные AI-инструменты) доступны по подписке. Canva достигла выдающихся масштабов: по состоянию на конец 2025 года она насчитывает порядка 260 млн активных пользователей ежемесячно и используется в 190 странах мира [5]. В корпоративном сегменте сервисом пользуются 95% компаний из списка Fortune 500, среди клиентов – такие крупные бренды, как LinkedIn, Snowflake, Pinterest и др. [4]. Это свидетельствует о том, что инструмент, изначально

популярный у студентов и SMM-специалистов, стал достаточным и для бизнеса, решающего задачи визуальных коммуникаций.

Платформа Figma, появившаяся в 2016 году, изначально ориентирована на совместное прототипирование и веб/интерфейсный дизайн. В отличие от Canva, она предназначена скорее для профессиональных дизайнеров UI/UX (User Interface/User Experience) и команд, которым важна детализация макетов и одновременная работа нескольких человек. Главная особенность Figma – онлайн-коллаборация: несколько дизайнеров могут в реальном времени совместно редактировать макет, что революционизировало процессы дизайна интерфейсов. Figma предлагает систему компонентов и стилевых библиотек, облегчающую поддержание единого дизайна в больших проектах (дизайн-системы). Хотя Figma менее ориентирована на шаблоны для конечного контента, ее влияние на отрасль огромное. По данным опросов, к 2023 году до 90% дизайнеров интерфейсов отдадут предпочтение Figma, тогда как доля прежнего лидера Sketch сократилась до считанных процентов. Такой успех не остался незамеченным: в 2022 году корпорация Adobe анонсировала приобретение Figma примерно за \$20 млрд, что подчеркнуло ценность подобных платформ. Сейчас Figma также интегрирует некоторые AI-решения (например, плагин для автодополнения дизайна), однако ее основная сила – в оптимизации и автоматизации процесса проектирования интерфейсов, а не генерирования маркетингового контента.

VistaCreate (ранее Crello). Платформа VistaCreate, изначально известная как Crello, близка по концепции к Canva. Это онлайн-редактор графики с акцентом на простоту и быстроту создания контента для соцсетей, блогов, рекламы. VistaCreate предлагает тысячи шаблонов дизайнов, библиотеку стоковых фотографий и иллюстраций. В 2021 году сервис был приобретен компанией VistaPrint и переименован. Функционально VistaCreate позволяет редактировать шаблоны под нужды пользователя: заменять текст, изображения, цвета, анимацию. Преимущество – наличие анимационных шаблонов для создания коротких видеороликов, что важно для SMM. Автоматизация здесь выражена в преднастроенных макетах и некоторых упрощенных инструментах (например, авто-кадрирование изображений). В целом VistaCreate – альтернатива Canva для тех, кому нужны быстрота и минимализм в инструментах.

Adobe Express – это относительно новая платформа (ранее известная как Adobe Spark), выпущенная Adobe для сегмента пользователей, которым нужны быстрые дизайны без глубоких навыков. Adobe Express объединяет возможности создания графических постов, простых видеороликов и веб-страниц. Главное отличие – интеграция с экосистемой Adobe. Пользователи Creative Cloud могут легко импортировать ресурсы из Photoshop или Illustrator в Adobe Express, дорабатывая их для социальных сетей либо адаптируя под шаблоны. Express также предоставляет библиотеку шаблонов (по оценкам, более 20 тыс. шаблонов, что меньше, чем у Canva). Adobe внедряет в Express свои AI-разработки (Adobe Sensei) – например, автоматическое удаление фона, интеллектуальное масштабирование. Однако объем бесплатных AI-операций ограничен: подписчики получают определенный лимит AI-кредитов в месяц (например, ~250 операций на удаление фона или ~60 на генерацию изображений). Adobe Express выгоден тем, кто уже использует продукты Adobe, поскольку позволяет быстро преобразовывать профессиональный дизайн в упрощенные форматы для контента.

Помимо перечисленных, существуют и другие платформы: Piktochart (специализация на инфографике), Visme, Snappa, Designs.ai и др. Каждая из них стремится предложить уникальное сочетание шаблонов, стокового контента и отдельных автоматизированных функций (например, автоматическая генерация цветовых тем или подбор шрифтов). Общим для всех является стремление демократизировать дизайн, сделав его доступным широкой аудитории, и ускорить производство визуальных материалов. Это стало возможным во многом благодаря применению методов автоматизации, о которых подробнее речь пойдет далее.

Цифровые платформы воплощают ряд подходов к автоматизации процесса дизайна – от самых простых (шаблоны) до высокотехнологичных (нейросети). Рассмотрим один из самых

высокотехнологичных методов и то, как они повышают эффективность создания визуального контента.

На новой стадии развития автоматизации ключевую роль начали играть AI-технологии. Современные нейросети обучены выполнять задачи, которые ранее требовали ручной дизайнерской работы или креативного участия человека. Рассмотрим внедрения AI в дизайн-процессы.

Нейросети превосходно справляются с повторяющимися однотипными задачами обработки изображений. Например, удаление фона фотографии – типичная скучная задача для дизайнера – теперь выполняется алгоритмом за секунды с высокой точностью. Подбор и замена фонового изображения, ретушь дефектов, улучшение разрешения и резкости, коррекция цвета и экспозиции – все это может быть передано на выполнение AI-инструментам, встроенным в платформы. Так, Canva и VistaCreate предоставляют функцию Background Remover на базе нейросети: пользователь получает вырезанный объект без фона в один клик. Другой пример – адаптивная компоновка: на основе анализа содержимого нейросеть может предлагать оптимальное расположение элементов на холсте (учитывая визуальную иерархию, баланс белого пространства и т.п.), фактически выполняя за дизайнера черновую раскладку макета.

Генерация нового контента. Ещё более впечатляющая возможность – создание оригинальных графических элементов нейросетью. Речь идет о генеративных моделях (GAN, диффузионные модели и др.), способных по текстовому описанию или наброску пользователя синтезировать изображение. За последние пару лет получили известность нейросети вроде DALL-E 2, Midjourney, Stable Diffusion, которые способны выдавать высокодетализированные иллюстрации по запросу на естественном языке. Дизайнеры начали использовать их для быстрого получения идей или даже финальных арт-работ.

Искусственный интеллект может выступать в роли ассистента, подсказывая дизайнеру решения. Такие интеллектуальные подсказки помогают ускорить работу и могут натолкнуть на нестандартные решения, расширяя креативность.

Важно отметить, что AI в дизайне не заменяет человека, а расширяет его возможности. Нейросеть лишена собственного художественного замысла, зато умеет молниеносно перерабатывать большие объемы информации. Исследования отмечают, что комбинация человека и AI дает выдающийся результат – ускорение процесса при сохранении креативного контроля [1]. С точки зрения влияния на качество: AI уже научился повышать техническое качество изображений, однако художественную ценность и соответствие замыслу по-прежнему контролирует дизайнер.

В веб-дизайне уже появились решения, способные автоматически создавать макеты сайтов под заданные цели. Известный пример – проект The Grid, предлагавший веб-сайты, «создающие себя сами» на базе AI. Пользователь загружает контент (тексты, картинки), а система на основе заложенных шаблонов и ИИ (искусственный интеллект) сама верстает страницы, подбирает цветовые схемы, шрифты, расположение элементов, исходя из характера бизнеса. Хотя полностью заменить веб-дизайнеров такие решения пока не смогли, тренд на генеративный дизайн прослеживается. В графическом дизайне есть понятие parametric design – когда визуальные формы генерируются по заданным алгоритмическим правилам. С развитием ИИ эти правила стали подстраиваться под эстетические критерии, понятные нейросети. В итоге мы подходим к тому, что часть дизайна может выполняться машинно: от автоматической верстки типовых документов (отчеты, визитки) до создания вариативных логотипов, меняющихся под разные условия. Без участия дизайнера тут не обходится – но его роль смещается на этап постановки задачи и корректировки результата, тогда как черновую работу выполняет алгоритм.

Несмотря на очевидные плюсы, автоматизация создания визуального контента несет и ряд ограничений, вызовов и рисков.

Массовое использование одних и тех же шаблонов и AI-моделей может привести к унификации визуального ряда. Уже сейчас можно заметить, что многие малые бренды имеют

схожие рекламные креативы, иллюстрации, типографика и композиции. Это затрудняет выделение бренда на фоне остальных, если все пользуются одинаковыми ресурсами. Шаблонность способна притупить креативность: есть риск, что создатели контента будут идти по пути наименьшего сопротивления, выбирая готовые решения, вместо того чтобы придумывать новые. В долгосрочной перспективе это может обесценить визуальный контент – аудитория перестанет на него реагировать, поскольку он станет слишком типовым. Креативные агентства уже сейчас предупреждают о необходимости кастомизации шаблонов и добавления уникальных элементов, чтобы избежать эффекта «как у всех».

Автоматизация хороша ровно настолько, насколько совершенны инструменты. Если алгоритм делает ошибки, это напрямую сказывается на результате. Генеративные AI могут создавать искажения (например, у людей на сгенерированных картинках могут быть странные пропорции или «лишние» пальцы – известные проблемы нейросетей). Без внимательного контроля автоматизация может привести к снижению качества и даже курьезам. Кроме того, технические сбои или ограничения платформ тоже влияют: *reliance on cloud services means*, если нет интернета или сервис упал, дизайнер теряет инструменты. Профессионалы всегда рекомендуют иметь запасной вариант (например, минимальные навыки Photoshop на случай, если автоматический сервис недоступен).

Автоматизация неизбежно ставит вопрос: не вытеснят ли шаблоны и нейросети человеческих дизайнеров? Уже сегодня некоторые компании предпочитают не нанимать дизайнера, а поручать обязанности маркетологу с Canva. Для опытных дизайнеров это вызов – нужно повышать квалификацию, осваивать новые области (стратегия, анимация, 3D, где пока автоматизация менее продвинута) или смещаться в роли арт-дирекции, оставляя часть работ машинам. Хотя большинство экспертов сходятся во мнении, что творческий потенциал человека незаменим и креативное концептуальное мышление останется востребованным, в краткосрочном плане рынок может испытать сокращение спроса на джуниор-дизайнеров, чья работа ближе к рутине. Это требует адаптации образования и сферы подготовки кадров: больше внимания к тем аспектам дизайна, где нужна человеческая уникальность, и умению работать в связке с ИИ.

Этические и правовые вопросы. Автоматизация контента поднимает новые вопросы об авторском праве и этике использования AI. Например, нейросети обучаются на огромных массивах изображений, зачастую без разрешения авторов, и сгенерированное изображение может частично напоминать чужой стиль или работу. Возникают дискуссии: кому принадлежат права на картинку? Можно ли ее считать оригинальной или это производное? Уже были судебные иски художников против генеративных сервисов, обвинения в плагиате стиля. Другой аспект – достоверность и манипуляция. В эпоху постправды визуальный образ может использоваться для дезинформации. Автоматизация упрощает создание фейкового контента: например, сгенерировать правдоподобное изображение события, которого не было, стало проще. Это накладывает ответственность на создателей: необходимо соблюдать этические стандарты, маркировать AI-контент, проверять факты. Брендам важно не потерять доверие: если аудитория узнает, что фото в кампании – фейк или шаблон, это может ударить по репутации.

Нельзя забывать и про более приземленные ограничения: бесплатные версии сервисов не дают полного функционала, некоторые сложные задачи они не могут решить. К примеру, детальная ретушь или очень уникальный иллюстративный стиль пока требуют индивидуальной работы дизайнера в профессиональных программах. Автоперевод дизайнов не всегда идеален – может сломать верстку при длинном тексте на другом языке, и т.п. То есть, инструмент закрывает типовые 80% задач, но остаются 20%, где ручная доработка обязательна. Компании должны осознавать, где границы применимости автоматизации, и не пытаться «впихнуть» все задачи в шаблоны – иногда эффективнее поручить дизайнеру сразу выполнить нестандартную работу.

Проведенное исследование показало, что в условиях стремительно растущего спроса на визуальный контент и ужесточающейся конкуренции за внимание аудитории, компании и

индивидуальные создатели контента активно обращаются к новым инструментам, позволяющим создавать графические материалы быстрее, дешевле и в больших объемах без ущерба для базового качества.

Цифровые платформы – такие как Canva, Figma, VistaCreate, Adobe Express и др. – трансформировали привычный процесс дизайна, сделав его более доступным и интерактивным. Использование обширных библиотек шаблонов позволяет даже непрофессионалу выпускать визуалы приемлемого уровня, а интеграция искусственного интеллекта дает возможность автоматизировать рутинные задачи (ретушь, обтравка, масштабирование) и даже генерировать креативный контент на основе заданных параметров. Методы автоматизации, проанализированные в работе, – от простых повторно используемых макетов до сложных генеративных алгоритмов – существенно повышают продуктивность работы дизайнеров и маркетологов. Практические примеры демонстрируют, что время на создание типовых материалов сократилось с дней до часов и минут, а объем выпускаемого контента вырос в разы.

Особенно ощутим эффект автоматизации в сфере малого бизнеса и SMM, где ограниченные ресурсы ранее сдерживали качественное визуальное оформление [3]. Это вносит вклад в гибкость и оперативность маркетинговых кампаний, что критично в цифровую эпоху.

В то же время исследование выявило и ряд рисков. Чрезмерная шаблонизация способна привести к однообразию и потере уникальности визуального образа брендов. Полагаться исключительно на алгоритмы без творческого надзора рискованно: машина может допускать ошибки или не учитывать тонкости контекста. Профессия дизайнера переживает изменения – от специалиста все больше требуется умение работать в симбиозе с AI, фокусируясь на высокоуровневых творческих и концептуальных задачах. Возникают новые этические и правовые вопросы, связанные с авторством и достоверностью автоматически созданного контента.

Подводя итог, можно констатировать: автоматизация процессов создания визуального контента с использованием цифровых платформ доказала свою эффективность на практике и становится повсеместной. Она меняет ландшафт индустрии дизайна, ускоряя рабочие процессы и демократизируя творческие возможности. Задача профессионального сообщества – направить эти изменения на благо, сочетая технологические инновации с культурой качественного дизайна и творческого мышления.

Список источников

1. Попов С.А. ИИ в графическом дизайне: автоматизация рутинных задач и генерация идей // Научный вестник РГУТИС. 2025. №2. – С. 308–317.
2. Шляхова Е. Роль визуального контента в повышении эффективности маркетинговых коммуникаций // VC.ru. 2025. – 17 октября. – URL: <https://vc.ru/id5390326/2281431-vizualnyy-kontent-v-marketingovykh-kommunikatsiyakh> (дата обращения: 08.02.2026).
3. Кондрашов С. Почему малый бизнес выбирает Canva в 2025 // Пресс-релиз (press-release.ru). 2025. – 2 декабря. – URL: https://www.press-release.ru/branches/hitech/_canva_2025_02_12_2025_16_10/ (дата обращения: 08.02.2026).
4. Акции Adobe падают после запуска бесплатной системы Canva // Investing.com. – 2025. – Опубликовано 30.10.2025. – URL: <https://ru.investing.com/news/stock-market-news/article-93CH-2973144> (дата обращения: 09.02.2026).
5. Kumar N. Canva Statistics 2026: Market Share & Users Data // DemandSage. – 2026. – 7 February. – URL: <https://www.demandsage.com/canva-statistics/> (дата обращения: 09.02.2026).

АВТОМАТИЗАЦИЯ ФИНАНСОВОГО УЧЕТА: ПРЕИМУЩЕСТВА И МЕТОДЫ

Селихаджиева И.С.,

студент 4-го курса «Бизнес-информатика»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: im_slkh@mail.ru

Болтукаев И.И.,

ассистент кафедры «Бизнес-информатика»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: ls_b95@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается автоматизация финансового учета и ее роль для организации. Описаны методы автоматизации финансовых процессов, отдельно уделено внимание описанию метода внедрения программного обеспечения 1С для упрощения ведения бухгалтерского и налогового учета и отчетности, даны модули и их ключевые задачи в процессе автоматизации финансовой отчетности. Разобрано понятие автоматизации финансового учета, подробно обозначены все преимущества, предоставляемые автоматизацией. В заключение подчеркивается необходимость оптимизации и автоматизации финансовых процессов для компаний и организаций, так как они являются ключевыми элементами для повышения конкурентоспособности на современном рынке. Статья может быть полезна студентам финансовых направлений для понимания важности и необходимости автоматизации в современной финансовой системе.

Ключевые слова: автоматизация, финансовый учет, оптимизация, методы автоматизации, 1С

AUTOMATION OF FINANCIAL ACCOUNTING: ADVANTAGES AND METHODS

Selikhadzhieva I.S.,

4th year student of "Business Informatics"

Kadyrov Chechen State University

Boltukaev I.I.,

Assistant at the Department of "Business Informatics"

Kadyrov Chechen State University

Abstract. The article discusses the automation of financial accounting and its role for the organization. The methods of automating financial processes are described, special attention is paid to the description of the method of implementing 1C software to simplify accounting and tax accounting and reporting, modules and their key tasks in the process of automating financial reporting are given. The concept of financial accounting automation is analyzed, and all the advantages provided by automation are outlined in detail. In conclusion, the need to optimize and automate financial processes for companies and organizations is emphasized, as they are key elements for increasing competitiveness in today's market. The article may be useful for students of financial fields to understand the importance and necessity of automation in the modern financial system.

Keywords: automation, optimization, financial accounting, automation methods, 1C

Введение. Финансовый учет представляет собой фундаментальную основу обеспечения экономической устойчивости хозяйствующего субъекта, выполняя ключевую функцию контроля за движением финансовых ресурсов. В контексте современной экономической парадигмы особую значимость приобретает автоматизация учетных процессов, реализуемая с целью сокращения временных издержек и минимизации воздействия субъективного (человеческого) фактора. На современном этапе автоматизация финансовой деятельности не ограничивается простым применением вычислительной техники, а представляет собой комплексную методологию, интегрирующую разнообразный инструментарий — от фиксации транзакций до осуществления прогнозной аналитики, что способствует повышению прозрачности и эффективности управления финансами.

Понятие автоматизации финансового учета

Автоматизация финансового учета трактуется как процесс имплементации профильных цифровых платформ и программных решений, предназначенных для сбора, документальной регистрации, систематизации и последующего анализа данных, отражающих финансово-хозяйственную деятельность организации. Подобная трансформация обеспечивает переход от выполнения рутинных операций в ручном режиме к интеллектуальной обработке экономической информации.

Ключевые преимущества, которые автоматизация предоставляет современному бизнесу, представлены на рисунке 1. Среди них можно выделить не только ускорение расчетов, но и качественное повышение достоверности данных, прозрачность потоков для руководства и возможность глубокого финансового анализа в режиме реального времени.



Рис. 1. Преимущества автоматизации финансового учета

Эффективность автоматизации достигается за счет взаимодействия четырех базовых компонентов, изображенных на рисунке 2. Все они направлены на снижение трудоемкости учета. Традиционный ручной подход требует многоступенчатой системы сверок для выявления и коррекции ошибок, что неизбежно ведет к задержкам в подготовке отчетности. В отличие от этого, программное обеспечение берет на себя рутину: автоматически проводит транзакции, сверяет счета и формирует отчеты, высвобождая время специалистов для аналитической работы.



Рис. 2. Основные элементы автоматизации

На практике автоматизация финансовых процессов базируется на внедрении специализированного программного обеспечения и комплексных систем управления ресурсами предприятия [1]. Анализ современных подходов позволяет выделить два магистральных направления:

Внедрение бухгалтерских программ (например, семейство «1С»): Локальное решение, ориентированное на автоматизацию бухгалтерского и налогового учета, кадрового документооборота и расчетов с контрагентами.

Использование ERP-систем (Enterprise Resource Planning): Масштабные интегрированные комплексы, охватывающие не только учет, но и планирование, бюджетирование, управление запасами и производством [2].

В рамках данной статьи подробно рассматривается первый метод как наиболее распространенный на малых и средних предприятиях России.

Практика автоматизации с использованием решений «1С». Программные продукты семейства «1С» занимают лидирующие позиции на рынке постсоветского пространства благодаря гибкости настройки и соответствию требованиям национального законодательства. Автоматизация финансового учета с их помощью достигается за счет модульной архитектуры, где каждый блок решает конкретный круг задач. Основные модули и их функциональное назначение представлены на рисунке 3.

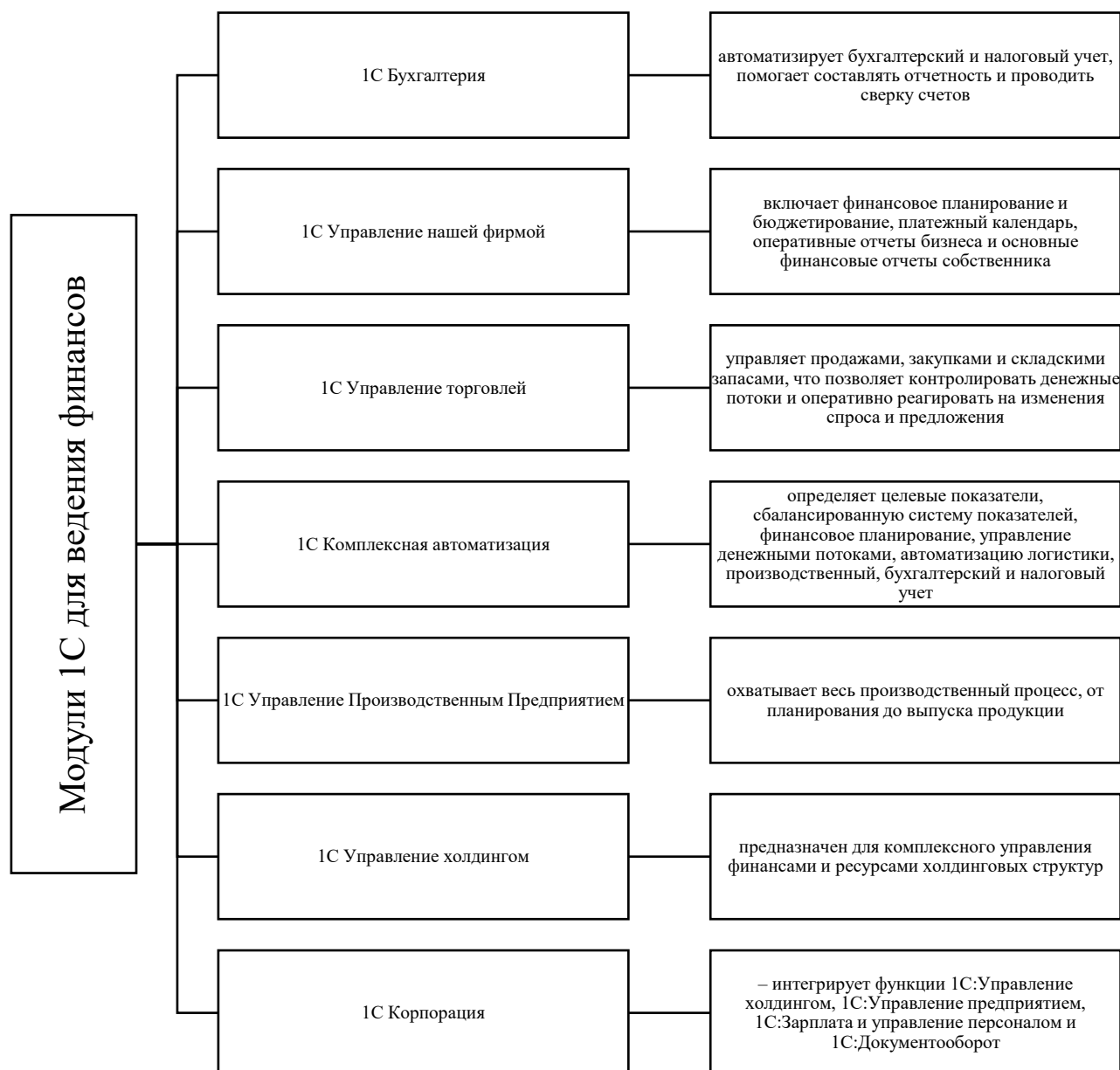


Рис. 3. Модули 1С для автоматизации финансовых процессов

Применение данных модулей позволяет организации решать следующие прикладные задачи:

- повысить качество управления благодаря оперативному получению детализированной аналитики и проведению сравнительного анализа данных за различные периоды;
- исключить дублирование информации и обеспечить ее непротиворечивость за счет работы всех подразделений в едином информационном пространстве;
- реализовать систему разделения доступа, предоставляя руководителям разных уровней необходимые данные для принятия решений;
- минимизировать количество арифметических и методологических ошибок благодаря встроенным механизмам контроля и проверки корректности вводимых данных.

Заключение. Переход на автоматизированные формы учета давно перестал быть данью цифровой моде и превратился в объективную необходимость для бизнеса, ориентированного на устойчивое развитие. Ручная обработка информации исчерпала свой ресурс: высокие

временные затраты и неизбежные ошибки, связанные с человеческим фактором, создают зоны неопределенности и ставят под угрозу достоверность отчетности.

Автоматизация переводит управление финансами на качественно новый уровень. Снижение операционных издержек здесь достигается не механическим сокращением персонала, а перераспределением его функций — от рутинной регистрации фактов к интерпретации данных и моделированию будущих сценариев. Точность и оперативность автоматизированных систем позволяют исключить хронологические разрывы и несогласованность данных между первичными документами и учетными регистрами.

Вместе с тем, цифровизация сопряжена и с определенными рисками. Наиболее критичными остаются: выбор платформы, не соответствующей масштабу и специфике предприятия; низкая квалификация персонала при работе с новым ПО; а также попытка автоматизировать хаотичные бизнес-процессы без их предварительной оптимизации. Успех внедрения определяется не мощностью программного обеспечения, а последовательностью шагов: регламентация, обучение, миграция данных и последующее сопровождение.

Список источников

1. Николаева И. Автоматизация финансового учета: методы и системы для бизнеса. Topseller Journal. 02.05.2025 URL: <https://journal.topseller.ru/avtomatizaciya-finansovogo-ucheta>.
2. Поликанова Е.В., Попок Л.Е. Автоматизация финансового учета: ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЭКОНОМИКИ: НАПРАВЛЕНИЯ, МЕТОДЫ, ИНСТРУМЕНТЫ. Сборник материалов III всероссийской научно-практической конференции. Краснодар, 2021 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44891335>
3. Введенская Д. Ю. АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА ФИНАНСОВЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И РЕШЕНИЯ // Экономика и социум. 2025. №3-2 (130). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-ucheta-finansovyh-rezultatov-sovremennye-tehnologii-i-resheniya> (дата обращения: 04.02.2026).
4. Пересыпкин А. А. ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ДИДЖИТАЛИЗАЦИИ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЁТА: КАК УЛУЧШИТЬ ФИНАНСОВУЮ ОТЧЁТНОСТЬ // Вестник науки. 2024. №8 (77). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-podhody-k-didzhitalizatsii-buhgalterskogo-uchyota-kak-uluchshit-finansovuyu-otchyotnost> (дата обращения: 04.02.2026).
5. Тачгулыева Г. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ ФИНАНСОВОГО УЧЕТА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ // Вестник науки. 2025. №11 (92). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-informatsii-finansovogo-ucheta-dlya-upravleniya-predpriyatiem> (дата обращения: 04.02.2026).

УДК 338.45 (публикация отозвана 22.09.2026)

ТРУБЧАТЫЕ ЛЕНТОЧНЫЕ КОНВЕЙЕРЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Айсагурова Р.А.,

студентка 4-го курса «Бизнес-информатика»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: aysagurova.21@icloud.com

Эсмурзаева М.Х.,

ассистент кафедры «Бизнес-информатика»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: zlayaf@mail.ru

Аннотация. В условиях современного промышленного производства актуальной задачей является обеспечение высоких экономических показателей при одновременном сокращении антропогенной нагрузки на окружающую среду. Перспективным направлением в области перемещения сыпучих грузов выступает применение трубчатых ленточных конвейеров. В настоящей работе представлен анализ конструктивных и эксплуатационных параметров трубчатых конвейерных систем, а также выполнен сравнительный анализ их эффективности относительно традиционных способов транспортировки. Основной акцент сделан на оценке снижения операционных затрат, сокращении потерь транспортируемого материала и уменьшении негативного воздействия на экосистемы. Установлено, что использование конвейеров трубчатого типа позволяет повысить уровень экологичности и экономической устойчивости производства, соответствуя актуальным природоохранным нормативам.

Ключевые слова: трубчатый конвейер, транспортировка, экономическая эффективность, экологическая безопасность.

TUBULAR BELT CONVEYORS AS A TOOL FOR IMPROVING THE ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

Aysagurova R.A.,

4th-year student, Business Informatics

Kadyrov Chechen State University

Esmurzaeva M.Kh.,

Assistant, Department of Business Informatics

Kadyrov Chechen State University

Abstract. Modern industry faces the need to simultaneously improve economic performance and reduce environmental impact. One promising technical solution for bulk material transportation is the use of tubular belt conveyors. This article examines the design and operation of tubular conveyors and analyzes their advantages over traditional transportation methods. Particular attention is paid to reducing operating costs, minimizing raw material loss, and reducing environmental impact. It has been shown that the introduction of tubular conveyor systems contributes to increasing the sustainability of production processes and meets modern environmental regulatory requirements.

Keywords: pipe conveyor, bulk material handling, economic efficiency, environmental safety.

Введение. Развитие промышленного производства неразрывно связано с увеличением объёмов добычи и переработки сыпучих материалов. Транспортировка таких материалов является одним из наиболее затратных и экологически чувствительных этапов производственного цикла. Традиционные методы, включая использование автотранспорта и открытых ленточных конвейеров, сопровождаются значительными потерями сырья, выбросами пыли и высоким потреблением энергоресурсов.

В условиях ужесточения природоохранного законодательства и перехода к принципам устойчивого развития предприятия вынуждены искать более эффективные и экологически безопасные решения. Одним из таких решений являются трубчатые ленточные конвейеры, которые в последние годы получают все более широкое распространение.

Концепция и принцип работы трубчатого конвейера. Трубчатый конвейер представляет собой разновидность ленточного конвейера, в котором лента в рабочей зоне формируется в замкнутый цилиндр. Такая форма достигается за счёт специального расположения роlikоопор. Ключевой особенностью данной конструкции является полная изоляция транспортируемого материала от внешней среды. Это позволяет использовать конвейер на открытых участках, в сложных климатических условиях и вблизи населённых пунктов без существенного вреда для экологии.

Экономические аспекты применения трубчатых конвейеров.

Сокращение эксплуатационных расходов. Несмотря на более высокие капитальные вложения на этапе проектирования и строительства, трубчатые конвейеры демонстрируют заметное снижение совокупных затрат в процессе эксплуатации. Основная экономия достигается за счет отказа от использования автотранспорта, что позволяет:

- уменьшить расходы на топливо и техническое обслуживание;
- сократить затраты на персонал;
- снизить простои, связанные с человеческим фактором.

Кроме того, автоматизированный режим работы обеспечивает непрерывную транспортировку материала без необходимости частых остановок.

Снижение потерь транспортируемого сырья. Открытые способы транспортировки неизбежно приводят к частичной утрате материала под воздействием ветра, осадков и вибраций. В случае трубчатого конвейера такие потери практически исключаются благодаря герметичной форме ленты.

Это особенно важно при транспортировке дорогостоящих или химически активных материалов, где даже незначительные потери могут приводить к ощутимым финансовым убыткам.

Надежность и эксплуатационный ресурс. Равномерность распределения усилий в поперечном сечении ленты обеспечивает минимизацию очагов локального износа. При соблюдении условий корректной юстировки оборудования и систематическом контроле параметров трубчатые конвейеры демонстрируют высокие показатели долговечности и эксплуатационной надежности.

Снижение эмиссии пыли и загрязняющих веществ. К числу приоритетных экологических достоинств трубчатых транспортеров относится локализация пылевых частиц в замкнутом объеме. Герметичность трассы предотвращает поступление взвешенных веществ в атмосферу, а также исключает контаминацию почвенного покрова и водных объектов, что приобретает критическое значение для производств, функционирующих в зонах с высокими природоохранными требованиями.

Декарбонизация транспортных процессов. В отличие от автомобильного транспорта, использующего углеводородное топливо, трубчатые конвейеры оснащаются электроприводом. Подобное техническое решение обеспечивает значительное сокращение эмиссии парниковых газов и способствует достижению целевых показателей углеродной нейтральности промышленного объекта.

Высокая пропускная способность в сочетании с умеренным потреблением энергии позиционирует трубчатый конвейер как энергоэффективный компонент логистической инфраструктуры.

Технологические барьеры и эксплуатационные ограничения. Несмотря на совокупность достоинств, использование трубчатых конвейеров сопряжено с рядом ограничений. В их числе:

- повышенная трудоемкость ремонтно-сервисных и диагностических операций;
- увеличенное сопротивление перемещению ленточного полотна;
- снижение объемов транспортируемого материала в сравнении с открытыми аналогами при равной ширине ленты.

Таким образом, внедрение данного типа оборудования требует обоснования на основе технико-экономического анализа с учетом специфики производственных условий.

Заключение. Выполненное исследование подтверждает, что трубчатые ленточные конвейеры представляют собой действенный механизм повышения экономической и экологической результативности промышленных предприятий. Их эксплуатация сопровождается сокращением операционных издержек, уменьшением безвозвратных потерь сыпучих материалов и ослаблением техногенной нагрузки на природную среду.

При наличии конструктивных и функциональных ограничений трубчатые конвейеры следует рассматривать как перспективный вектор модернизации транспортных систем, соответствующий современной парадигме устойчивого развития и принципам экологической безопасности.

Список источников

1. Экономическая эффективность технических решений: учебное пособие / С.Г. Баранчикова [и др.]. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. – 140 с. – ISBN 978-5-7996-1835-3. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/66227.html>
2. Борошка Я., Марасова Д., Федорко Г. Влияние транспорта на окружающую среду и новая экологически чистая технология // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2023. № 8. – С. 107-112.
3. Иванова О. А. Экономичность, экономическая эффективность и конкурентоспособность техники. – 2022.

УДК 658.15 (публикация отозвана 22.09.2026)

ВЛИЯНИЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (SAAS, IAAS, PAAS) НА СНИЖЕНИЕ ОПЕРАЦИОННЫХ РИСКОВ В МАЛОМ И СРЕДНЕМ БИЗНЕСЕ**Хасиева И.И.,***ассистент кафедры «Информационные системы в экономике»,**ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова**e-mail: isidakhas@mail.ru***Аюбова Л.С.,***студент направления «Бизнес-информатика»,**ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова**e-mail: latifa.aubova@mail.ru*

Аннотация. В статье рассматривается влияние облачных технологий на снижение операционных рисков в малом и среднем бизнесе (МСБ) через призму трех основных моделей предоставления облачных услуг: SaaS (Software as a Service), PaaS (Platform as a Service) и IaaS (Infrastructure as a Service). Операционные риски МСБ трактуются как риски сбоев процессов, ошибок персонала, отказов ИТ-систем, инцидентов информационной безопасности и внешних нарушающих событий, приводящих к потерям и прерыванию деятельности. Методически работа опирается на принципы риск-менеджмента (идентификация, анализ, оценка и обработка рисков) и на сопоставление «профиля рисков» МСБ с возможностями облачных сервисов по повышению надежности, управляемости и непрерывности. Показано, что облако способно снижать вероятность и/или последствия ключевых операционных инцидентов за счет масштабируемости, стандартизации, автоматизации, резервирования и переноса части эксплуатационной ответственности к провайдеру (в зависимости от модели сервиса). Одновременно облачная трансформация формирует новые классы рисков: зависимость от поставщика, ошибки конфигурации, правовые ограничения по данным и риск концентрации. В заключении сформулированы практические выводы и ожидаемый эффект для МСБ: рост операционной устойчивости, сокращение простоев, улучшение управляемости ИТ-контуров и более прогнозируемая стоимость владения при корректной настройке управления рисками.

Ключевые слова: облачные технологии, SaaS, PaaS, IaaS, малый и средний бизнес, операционные риски, непрерывность бизнеса, информационная безопасность, риск-менеджмент, SLA.

THE IMPACT OF CLOUD TECHNOLOGIES (SaaS, IaaS, PaaS) ON REDUCING OPERATIONAL RISKS IN SMALL AND MEDIUM BUSINESSES**Khasieva I.I.,***Assistant, Department of Information Systems in Economics,**Grozny State Petroleum Technical University named after Academician M.D. Millionshchikov***Ayubova L.S.,***Student, Business Informatics,**Grozny State Petroleum Technical University named after Academician M.D. Millionshchikov*

Annotation. The article examines the impact of cloud technologies on reducing operational risks in small and medium-sized businesses (SMEs) through the prism of three main cloud service delivery models: SaaS (Software as a Service), PaaS (Platform as a Service) and IaaS (Infrastructure as a Service). SME operational risks are interpreted as risks of process failures, personnel errors, IT system failures, information security incidents and external disruptive events leading to losses and business interruption. Methodically, the work is based on the principles of risk management (identification, analysis, assessment and processing of risks) and on comparing the "risk profile" of SMEs with the capabilities of cloud services to improve reliability, manageability and continuity. It has been shown that the cloud is able to reduce the likelihood and/or consequences of key operational incidents through scalability, standardization, automation, redundancy, and transfer of operational responsibility to the provider (depending on the service model). At the same time, cloud transformation creates new risk classes: vendor dependency, configuration errors, legal restrictions on data, and concentration risk. In conclusion, practical conclusions and the expected effect for SMEs are formulated: increased operational sustainability, reduced downtime, improved manageability of IT circuits and a more predictable cost of ownership with the correct risk management settings.

Keywords: cloud technologies, SaaS, PaaS, IaaS, small and medium-sized businesses, operational risks, business continuity, information security, risk management, SLA.

Малый и средний бизнес функционирует в условиях ограниченности ресурсов - финансовых, кадровых и технологических. Это усиливает уязвимость к операционным рискам: сбоям критичных сервисов, потерям данных, ошибкам персонала, недоступности приложений, задержкам в восстановлении после инцидентов. В отличие от крупных компаний, МСБ часто не имеет отдельной команды эксплуатации и безопасности, формализованных планов резервирования, центров обработки данных, отказоустойчивых архитектур и регламентов непрерывности.

На этом фоне облачные технологии становятся инструментом не только «цифровизации», но и управления операционными рисками. В трактовке NIST облачные вычисления - это модель предоставления вычислительных ресурсов через сеть по запросу, с быстрым выделением/освобождением ресурсов и с минимальным управленческим усилием со стороны пользователя; NIST также выделяет три базовые сервисные модели (SaaS, PaaS, IaaS) и ключевые характеристики облака (самообслуживание по требованию, широкая сетевой доступ, объединение ресурсов, быстрая эластичность, измеряемость сервиса) [8]. Для риск-менеджмента МСБ принципиально, что каждая модель (SaaS/PaaS/IaaS) по-разному распределяет ответственность между клиентом и провайдером, а значит по-разному влияет на вероятность и последствия операционных инцидентов.

Методика построена как прикладной анализ влияния облачных моделей на профиль операционных рисков МСБ и включает следующие этапы:

1. Определение состава операционных рисков МСБ, релевантных ИТ-контуру (инфраструктура, приложения, данные, персонал, поставщики/контрагенты, соответствие требованиям).

2. Использование логики риск-менеджмента: «установление контекста → идентификация риска → анализ → сравнительная оценка → обработка → мониторинг и пересмотр», что соответствует общим принципам стандарта по управлению рисками [2].

3. Сопоставление рисков и облачных механизмов контроля (резервирование, отказоустойчивость, патч-менеджмент, мониторинг, управление доступом, журналирование, средства восстановления), с учетом специфики сервисной модели:

- для SaaS — минимизация эксплуатационной нагрузки на клиента (обновления, сопровождение приложения, часть резервирования и доступности);
- для PaaS — перенос ответственности за платформенный слой (runtime, middleware, управляемые БД и т.п.) при сохранении ответственности клиента за код и настройки приложения;
- для IaaS — перенос ответственности за физическую инфраструктуру и виртуализацию при сохранении широкого спектра обязанностей клиента (ОС, конфигурации, патчи, безопасность приложений).

4. Критерии оценки эффекта: снижение вероятности (P) и/или ущерба (I) с использованием простой модели риск-уровня $R = P \times I$ на качественной шкале (например: низкий/средний/высокий).

5. Интерпретация результатов через данные научных исследований и обзоров, посвященных МСБ и облакам: систематические обзоры показывают, что в большинстве рассмотренных работ внедрение облака ассоциируется с ростом операционной эффективности и снижением затрат, однако среди барьеров устойчиво присутствуют опасения по безопасности и рискам поставщика [7; 9].

Для целей исследования операционные риски МСБ целесообразно сгруппировать по источнику и механизму возникновения:

- Технологические риски: отказ оборудования/каналов связи; перегрузка ресурсов; простой инфраструктуры; ошибки конфигурации; устаревание ПО и уязвимости из-за несвоевременных обновлений.
- Риски данных: утечки, потеря целостности, несанкционированный доступ, отсутствие резервных копий, неисполнение требований к хранению и уничтожению данных.

- Процессные и кадровые риски: человеческие ошибки, недостаточная квалификация, отсутствие регламентов и разделения полномочий, зависимость от одного «ключевого» специалиста.

- Риски непрерывности бизнеса: отсутствие планов восстановления, низкая готовность к инцидентам (кибератака, пожар, отключение электроэнергии, сбой провайдера связи). Стандарт ISO 22301 описывает требования к системе менеджмента непрерывности бизнеса (BCMS) и подчеркивает необходимость планирования, внедрения, мониторинга и постоянного улучшения мер устойчивости [5].

- Риски поставщика (vendor risk): зависимость от подрядчика, качество SLA, риск прекращения услуги, рост цен, риски концентрации.

В российских прикладных публикациях по облаку для бизнеса и по обзору рисков часто подчеркиваются два встречных эффекта: с одной стороны, рост гибкости и снижение затрат, с другой - необходимость отдельного внимания к безопасности и выбору провайдера [1; 3].

Ключевая идея снижения операционных рисков через облако заключается в следующем: часть рисков переносится с уровня «внутренней эксплуатации» на уровень «управления услугой». Это не означает исчезновения рисков - меняется их природа и контуры контроля.

Отчет ENISA по облачным вычислениям (ориентированный, в том числе, на сценарий миграции МСБ) отмечает, что экономия масштаба и гибкость облака одновременно могут быть «другом и врагом» с точки зрения безопасности: концентрация ресурсов повышает привлекательность для атакующих, но облачные меры защиты могут быть более зрелыми, масштабируемыми и экономически эффективными [4].

Таким образом, для МСБ практический вопрос звучит не «облако безопаснее/опаснее», а: какие именно операционные риски уменьшаются в выбранной модели (SaaS/PaaS/IaaS), какие — остаются, и какие — возникают новые.

SaaS — модель, при которой клиент использует готовое прикладное ПО провайдера (например, почта, CRM, бухгалтерия, сервисы совместной работы), а провайдер управляет приложением и инфраструктурой, предоставляя доступ через веб/клиент [8].

Снижение рисков в SaaS:

1. Риск простоев из-за локальной инфраструктуры уменьшается, так как сервис работает в инфраструктуре провайдера, а клиенту не нужно поддерживать серверы и обновления приложений.

2. Риск «технического долга» и уязвимостей снижается, потому что обновления, патчи и поддержка версии выполняются централизованно (хотя клиент обязан правильно настроить доступы и политики).

3. Процессные риски снижаются за счет стандартизации функций (учет, продажи, коммуникации) и сокращения ручных операций: меньше «самописных» решений — меньше уникальных точек отказа.

4. Кадровые риски частично уменьшаются: МСБ может обходиться меньшей командой эксплуатации, фокусируясь на бизнес-процессах, а не на обслуживании ПО [1].

Новые/остаточные риски SaaS:

- Vendor lock-in: сложность миграции данных и процессов на другой сервис;
- Риск доступа и конфиденциальности: ошибки в управлении учетными записями (пароли, MFA, роли), утечки через неправильные политики доступа;

- Регуляторные и контрактные риски: где хранятся данные, кто имеет доступ, условия уведомления об инцидентах, ответственность и лимиты ответственности (что особенно подчеркивается в рекомендациях ENISA) [4].

PaaS — модель, при которой клиент разрабатывает/размещает свои приложения на управляемой платформе (среда исполнения, сервисы, библиотеки, управляемые базы данных и т. п.), а провайдер отвечает за базовую платформенную инфраструктуру [8].

Снижение рисков в PaaS:

1. Снижение эксплуатационных рисков: меньше ручной работы по администрированию ОС, middleware и отдельных сервисов.

2. Сокращение времени восстановления и ошибок изменений: при правильной организации CI/CD и инфраструктуры как кода уменьшается риск «ручных» ошибок при развертывании.

3. Повышение наблюдаемости (observability): облачные платформы часто предоставляют встроенные средства логирования, мониторинга, трассировки, что снижает операционный риск длительного поиска причин сбоя.

Риски, требующие управления:

- Ошибки конфигурации (часто — ключевой источник инцидентов в облаке): неверные политики доступа, открытые хранилища/эндпоинты, отсутствующее шифрование;
- Зависимость от специфичных сервисов платформы: чем больше «нативных» сервисов используется, тем сложнее миграция и тем выше риск поставщика;
- Риск качества разработки: перенос на PaaS не отменяет уязвимости в коде, ошибки бизнес-логики, недостаток тестирования.

IaaS — модель, при которой клиент арендует вычислительные ресурсы (виртуальные машины, сети, хранилища), а провайдер управляет физической инфраструктурой и базовым уровнем виртуализации [8].

Снижение рисков в IaaS:

1. Снижение риска капитальных затрат и «точек отказа» локального ЦОД: нет необходимости закупать железо и строить инфраструктуру «на вырост».

2. Повышение гибкости и устойчивости к пиковым нагрузкам благодаря эластичности и возможности быстро расширять ресурсы, что напрямую связано с характеристиками облака (rapid elasticity) [8].

3. Ускорение восстановления: при наличии правильно спроектированной архитектуры (шаблоны развертывания, резервные копии, репликация) можно уменьшить RTO/RPO по сравнению с «ручным» восстановлением на локальных серверах.

Критические остаточные риски IaaS:

- у МСБ остается значительный объем ответственности: безопасность ОС, патчи, конфигурации сетей/фаерволов, безопасность приложений;
- высокий риск «скрытой сложности» эксплуатации, если нет дисциплины IaaS, мониторинга и управления изменениями;
- риск затрат «pay-as-you-go» при неуправляемом потреблении ресурсов (операционный риск финансового характера).

Практика снижения операционных рисков в облаке тесно связана с тем, насколько корректно реализована модель разделенной ответственности и насколько формализованы контрольные мероприятия.

Стандарт ISO/IEC 27017 содержит рекомендации по контролям информационной безопасности для облачных услуг и дает дополнительное руководство по применению контролей ISO/IEC 27002 применительно к облачной среде, а также выделяет аспекты, важные и для провайдера, и для клиента [6].

С точки зрения МСБ это означает, что снижение рисков достигается не «самим фактом миграции», а сочетанием:

- выбора провайдера и сервиса с понятной политикой безопасности и прозрачными обязательствами,
- настройки собственных контролей у клиента (управление учетными записями, MFA, роли, журналирование),
- управления жизненным циклом данных (классификация, шифрование, резервирование, контроль доступа),
- регулярного мониторинга и пересмотра рисков по логике риск-менеджмента [2; 6].

Ряд исследований связывает облачную трансформацию МСБ с улучшением показателей деятельности. Например, в работе А. Khayer и соавт. облачное внедрение

рассматривается как фактор, положительно влияющий на результативность МСБ в «cloud-supported operations» (включая организационные и технологические аспекты внедрения) [7].

Систематический обзор (2025) по влиянию облака на МСБ указывает, что значимая доля исследований фиксирует улучшение операционной эффективности и экономию затрат, но при этом риски безопасности и данных остаются среди наиболее часто упоминаемых барьеров [9].

Для настоящего исследования эти результаты важны как подтверждение гипотезы: облако часто выступает «усилителем» операционной эффективности и надежности, однако эффект проявляется устойчиво только при управлении сопутствующими рисками (безопасность, поставщик, конфигурация, непрерывность).

Проведенный анализ показывает, что облачные технологии способны выступать действенным инструментом снижения операционных рисков МСБ, но эффект не является автоматическим. Наиболее выраженное снижение операционных рисков наблюдается при использовании SaaS в типовых функциях (коммуникации, документооборот, CRM, учет), где перенос эксплуатационной ответственности к провайдеру максимален [1; 8].

При переходе к PaaS и IaaS растет потенциал гибкости и технологической устойчивости (масштабирование, автоматизация, ускорение восстановления), но одновременно повышаются требования к управлению конфигурацией, безопасности и архитектуре. Применение подходов риск-менеджмента (по ISO 31000/ГОСТ Р ИСО 31000) и принципов непрерывности бизнеса (ISO 22301) становится критичным для достижения устойчивого результата [2; 5].

Одновременно облако порождает новые риски (поставщик, концентрация, правовые ограничения и ошибки конфигурации). Поэтому для МСБ оптимальна стратегия «управляемой миграции»: постепенное перенесение процессов с учетом критичности, требований к данным и зрелости внутренних компетенций, а также формирование минимального набора обязательных контролей (IAM/MFA, резервирование, мониторинг, инцидент-менеджмент, требования к провайдеру и план выхода). Рекомендации ENISA подчеркивают значимость контрактных условий, ответственности и вопросов уведомления о нарушениях безопасности как части управления рисками облака [4].

Выводы:

1. Облачные модели SaaS/PaaS/IaaS по-разному перераспределяют операционные риски между МСБ и провайдером; максимальный перенос эксплуатационных рисков характерен для SaaS, минимальный — для IaaS [8].

2. Основной канал снижения операционных рисков — стандартизация, автоматизация и масштабируемость, что уменьшает долю ручных операций, повышает управляемость и сокращает время восстановления сервисов.

3. Облако не устраняет риски полностью: возникают новые риски (vendor lock-in, ошибки конфигурации, правовые ограничения, зависимость от SLA), которые должны быть включены в контур риск-менеджмента [4; 6].

4. Эмпирические исследования и обзоры по МСБ указывают на преобладание положительных эффектов (операционная эффективность, экономия затрат), но также подтверждают, что безопасность и риски данных остаются значимым барьером внедрения [7; 9].

Ожидаемый эффект для МСБ при корректной облачной стратегии:

- Снижение частоты и длительности простоев (за счет резервирования, управляемой инфраструктуры, более быстрого восстановления).
- Снижение потерь от инцидентов данных при внедрении обязательных контролей (управление доступом, журналирование, резервирование, шифрование) и при выборе провайдера с ясными обязательствами [6].
- Повышение устойчивости бизнес-процессов через внедрение процедур непрерывности (BCMS-подход) и регулярный пересмотр сценариев восстановления [5].

- Снижение кадровой зависимости (меньше уникальных «ручных» процессов эксплуатации; часть функций закрывается сервисом) — особенно в SaaS-контуре [1].
- Более прогнозируемая совокупная стоимость владения при наличии управляемого потребления ресурсов и дисциплины контроля расходов (особенно актуально для IaaS/PaaS).

Список источников

1. Абдуллаев Э.А. Облачные технологии для бизнеса. *Молодой ученый*. 2023. № 6 (453). – С. 6–7.
2. Николаев А.М., Савицкий Д.Д. Обзор рисков и методов защиты при использовании облачных технологий для хранения и обработки конфиденциальных данных. *Молодой ученый*. 2023. № 24 (471). – С. 26–28.
3. ГОСТ Р ИСО 31000–2019. Менеджмент риска. Принципы и руководство. М.: Стандартинформ, 2020. – 19 с.
4. Европейское агентство по сетевой и информационной безопасности (ENISA). Облачные вычисления: преимущества, риски и рекомендации по обеспечению информационной безопасности. Ираклион: ENISA, 2009. – 125 с.
5. ISO 22301:2019. Безопасность и устойчивость. Системы менеджмента непрерывности бизнеса. Требования. Женева: Международная организация по стандартизации, 2019. – 21 с.
6. ISO/IEC 27017:2015. Информационные технологии. Методы обеспечения безопасности. Практика применения мер информационной безопасности для облачных сервисов. – Женева: ISO/IEC, 2015. – 30 с.
7. Хайер А., Талукдер М.С., Бао Й., Хоссейн М.Н. Внедрение облачных вычислений и их влияние на эффективность малого и среднего бизнеса. *Technology in Society*. 2020. Т. 60. Статья № 101225.
8. Мелл П., Гранс Т. Определение облачных вычислений по версии NIST. Специальная публикация NIST 800-145. Гейтерсберг: Национальный институт стандартов и технологий, 2011. – 7 с.
9. Мхизе А., Мокхоту К.Д., Чихотхо М., Танго Б.А. Оценка влияния облачных вычислений на показатели деятельности малого и среднего бизнеса: систематический обзор. *Businesses*. 2025. Т. 5. № 2. Статья 23.
10. Приядаршини П., Джа М.К., Раут Р.Д., Кхарат М.Г. Анализ рисков внедрения облачных вычислений в малом и среднем бизнесе: обзор литературы. *International Journal of Business Information Systems*. 2016. Т. 23. № 1. – С. 54–86.

УДК 004.658.82 (публикация отозвана 22.09.2026)

АНАЛИЗ МИРОВОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ЧЕРЕЗ ETL-ПРОЦЕССЫ: МЕТОДОЛОГИЯ СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ИЗ ОТКРЫТЫХ ИСТОЧНИКОВ

Хатагаева Л.А.,

студент 1-го курса магистратуры «Информатика и вычислительная техника»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: khatataeva.lisa@mail.ru

Албогачиева Л.А.,

доцент кафедры «Программирование и инфокоммуникационные технологии»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: Lika5768@mail.ru

Аннотация. Статья представляет комплексный анализ методологии разработки ETL-процессов (Extract, Transform, Load) для сбора и обработки данных о мировой литературе из открытых источников. Рассматриваются архитектурные принципы построения систем, способных агрегировать разнородные литературные данные на разных языках, обеспечивать их смысловую интеграцию и аналитическую обработку. Особое внимание уделяется методологии работы с многоязычными текстами и разноформатными библиографическими источниками. На примере анализа влияния глобальных событий на литературные тренды демонстрируется практическая ценность ETL-подхода для цифровых гуманитарных исследований.

Ключевые слова. ETL-процессы, мировая литература, открытые данные, цифровые гуманитарные науки, обработка естественного языка, литературная аналитика.

ANALYSIS OF WORLD LITERATURE THROUGH ETL PROCESSES: METHODOLOGY FOR COLLECTING AND PROCESSING DATA FROM OPEN SOURCES

Khatataeva L.A.,

First-year Master's student in Computer Science and Engineering

Kadyrov Chechen State University

Albogachieva L.A.,

Associate Professor, Department of Programming and Infocommunication Technologies

Kadyrov Chechen State University

Abstract. This article presents a comprehensive analysis of the methodology for developing ETL (Extract, Transform, Load) processes for collecting and processing world literature data from open sources. It examines the architectural principles of building systems capable of aggregating heterogeneous literary data in different languages, ensuring their semantic integration, and analytical processing. Particular attention is paid to the methodology for working with multilingual texts and bibliographic sources in various formats. Using an example of analyzing the impact of global events on literary trends, the practical value of the ETL approach for digital humanities research is demonstrated.

Keywords: ETL processes, world literature, open data, digital humanities, natural language processing, literary analytics.

Современный этап развития цифровых технологий создал беспрецедентные возможности для масштабного анализа мировой литературы. Оцифровка культурного наследия, развитие открытых репозиториев, появление машинных методов обработки — все эти факторы формируют новую исследовательскую парадигму, в которой традиционные гуманитарные вопросы могут исследоваться с помощью количественных методов. Однако реализация этих возможностей сталкивается с определенными вызовами: разнородностью литературных данных, их многоязычностью, культурной специфичностью, сложностью смысловой интеграции [7].

ETL-процессы (Extract, Transform, Load), изначально разработанные для бизнес-аналитики и управления данными в корпоративных системах, становятся ключевой технологической основой для преодоления этих вызовов. В контексте исследования мировой литературы ETL-методология трансформируется из инструмента технической интеграции в

комплексную методологическую рамку, охватывающую весь цикл работы с литературными данными: от их сбора из разрозненных открытых источников до подготовки их для сложного аналитического использования. Необходимость разработки специализированных ETL-процессов для анализа мировой литературы обусловлена несколькими факторами. Во-первых, это рост объема оцифрованных литературных текстов, которые необходимо обрабатывать и анализировать. Во-вторых, необходимость сравнительных исследований в глобальном масштабе. В-третьих, развитие цифровых гуманитарных наук как междисциплинарной области, что требует создания методологических мостов между компьютерными науками и традиционным литературоведением.

Архитектура ETL-системы для анализа мировой литературы

Разработка ETL-системы для анализа мировой литературы требует многоуровневой архитектуры, способной интегрировать разнородные данные и обеспечивать их смысловую согласованность. Архитектура такой системы строится вокруг нескольких ключевых компонентов, каждый из которых решает специфические задачи в общей аналитической цепочке. Фундаментальным принципом архитектуры является разделение на слои обработки данных. Слой извлечения (Extract Layer) отвечает за сбор данных из разнородных открытых источников, которые можно классифицировать на несколько категорий. Литературные тексты извлекаются из цифровых библиотек (Project Gutenberg, Google Books, национальные электронные библиотеки, NathiTrust Digital Library) через специализированные API или веб-скрапинг. Для современных текстов, защищенных авторским правом, применяются методы ограниченного доступа: работа с выборками, использование метаданных вместо полных текстов, сотрудничество с правообладателями.

Библиографические данные собираются из каталогов национальных библиотек (Library of Congress, British Library, Российская государственная библиотека), издательских баз данных (ISBN-реестры, Bowker, Nielsen BookScan), академических репозиториях. Эти данные включают информацию об авторах, датах публикации, издательствах, тиражах, переводах, что позволяет реконструировать структурные характеристики литературного поля. Сложность извлечения заключается в разнообразии форматов (MARC, ONIX, BibTeX, простые CSV) и необходимости их унификации. Данные о рецепции и влиянии извлекаются из открытых платформ: Goodreads для читательских оценок и отзывов, Google Scholar для академических цитирований, Wikipedia для культурной значимости, социальных медиа для общественного обсуждения. Каждый источник требует специфических методов доступа: REST API для структурированных данных, веб-скрапинг для полуструктурированных страниц, обработка потоковых данных для социальных медиа.

Контекстуальные данные — исторические хроники, экономическая статистика, медийные архивы — собираются для создания временного и социального контекста литературных произведений. Эти данные позволяют коррелировать литературные тренды с внешними событиями, выявлять паттерны культурной реакции на социальные изменения. Источниками служат открытые архивы (Internet Archive, Europeana, архив газет Chronicling America), базы исторических данных (ICPSR, Eurostat), коллекции оцифрованных периодических изданий.

Слой трансформации (Transform Layer) выполняет критически важную функцию приведения разнородных данных к единой аналитической модели. Для литературных текстов трансформация включает многоуровневую лингвистическую обработку. На морфологическом уровне выполняется токенизация, лемматизация, частеречная разметка; на синтаксическом — анализ грамматических структур; на семантическом — извлечение тем, анализ тональности, распознавание именованных сущностей. Для исторических текстов требуется дополнительная обработка: нормализация орфографии, учет архаичной лексики, адаптация моделей к историческим языковым нормам.

Многоязычная обработка представляет собой особую сложность. Система должна определять язык текста, применять соответствующие лингвистические модели, обеспечивать кросс-языковую сопоставимость результатов. Современные подходы используют

мультязычные BERT-модели, которые обучаются на корпусах из более чем 100 языков и позволяют извлекать семантические представления, сравнимые across languages. Однако даже эти продвинутые модели требуют дополнительной адаптации для литературных текстов, которые часто используют язык в более сложных, метафорических, стилистически маркированных формах.

Структурирование библиографических данных требует разрешения проблем entity resolution: идентификации одного и того же автора под разными именами (псевдонимы, варианты транслитерации), устранения дубликатов изданий, установления связей между переводами и оригиналами. Эти задачи решаются с помощью алгоритмов нечеткого сравнения, машинного обучения на размеченных данных, привлечения экспертного знания через краудсорсинг.

Временное выравнивание данных необходимо для корректного анализа динамики литературных трендов. Каждому литературному тексту присваиваются временные метки: дата создания, дата первой публикации, даты последующих изданий и переводов. Эти метки синхронизируются с временной шкалой исторических событий, что позволяет анализировать лаги и синхронности в культурной реакции на социальные изменения. Особую сложность представляют тексты с неопределенной датировкой, произведения, создававшиеся в течение длительного времени, посмертные публикации.

«Слой загрузки (Load Layer) размещает трансформированные данные в целевом хранилище, оптимизированном для аналитических запросов характерных для литературных исследований. Архитектура хранилища должна поддерживать несколько типов запросов: полнотекстовый поиск по литературным корпусам, статистический анализ метаданных, сетевой анализ связей между авторами и произведениями, временной анализ динамики литературных трендов. Современные решения часто комбинируют несколько технологий: Elasticsearch для полнотекстового поиска, PostgreSQL с расширением TimescaleDB для временных рядов, Neo4j для графового анализа литературных сетей».[14]

Управление метаданными и обеспечение воспроизводимости являются критически важными компонентами архитектуры. Для каждого этапа обработки сохраняются данные: источники информации, примененные трансформации, параметры алгоритмов, версии моделей. Это позволяет не только отслеживать происхождение аналитических результатов, но и воспроизводить исследования, сравнивать разные методы обработки, верифицировать выводы. В контексте гуманитарных исследований, где интерпретация данных часто является предметом научной дискуссии, прозрачность методологии приобретает особое значение.

Методологические инновации в обработке литературных данных

Обработка литературных данных средствами ETL-процессов требует разработки специализированных методологических подходов, учитывающих уникальные характеристики этих данных. Традиционные методы обработки структурированных данных часто оказываются недостаточными для работы с литературными текстами, которые характеризуются высокой степенью семантической сложности, культурной специфичности, исторической изменчивости.

Одной из ключевых инноваций является разработка культурно-чувствительных методов обработки естественного языка. Литературные тексты не просто передают информацию — они создают сложные смысловые миры, используют язык в его эстетической функции, апеллируют к культурным кодам и интертекстуальным связям. Стандартные NLP-модели, обученные на новостных текстах или веб-контенте, часто плохо справляются с литературным языком. Для решения этой проблемы разрабатываются специализированные модели, обучающиеся на литературных корпусах, учитывающие жанровые и стилистические особенности, способные распознавать метафоры, аллюзии, интертекстуальные ссылки.

Особую сложность представляет обработка поэтических текстов, где формальные особенности (ритм, рифма, строфика) несут значительную смысловую нагрузку. Методы computational poetics разрабатывают специализированные алгоритмы для анализа метрических схем, ритмических паттернов, звуковой организации текста. Эти алгоритмы интегрируются в

общий ETL-пайплайн, позволяя анализировать поэзию в том же концептуальном пространстве, что и прозу, но с учетом ее специфических характеристик.

Мультиязычная обработка литературных текстов требует преодоления нескольких методологических вызовов. Прямой машинный перевод, эффективный для информационных текстов, часто искажает стилистические особенности, культурные коннотации, интертекстуальные ссылки литературных произведений. Альтернативный подход — создание мультиязычных семантических пространств, где тексты на разных языках представляются в едином векторном пространстве на основе их глубинных семантических характеристик. Современные трансформерные модели, такие как multilingual BERT или XLM-R, позволяют достигать reasonable cross-lingual transfer даже для литературных текстов, хотя и требуют дополнительной fine-tuning на литературных доменах.

Историческая лингвистическая обработка представляет собой отдельную методологическую проблему. Язык литературных произведений прошлого отличается от современного языка не только лексикой, но и грамматическими нормами, стилистическими конвенциями, культурными референциями. ETL-процессы для исторических литературных корпусов должны включать этапы исторической нормализации: приведение орфографии к современным стандартам (с сохранением возможности доступа к оригиналу), обработку устаревшей лексики, адаптацию моделей к историческим языковым вариантам. Для этого используются специализированные исторические языковые модели, обучающиеся на диахронических корпусах, и методы transfer learning, позволяющие адаптировать современные модели к историческим данным.

Анализ литературного влияния и интертекстуальности требует разработки сложных методов сетевого анализа.

ETL-процессы должны не только извлекать информацию об отдельных произведениях, но и устанавливать связи между ними: цитирования, аллюзии, переработки, переводы, критические отзывы. Эти связи формируют сложную сетевую структуру литературного поля, анализ которой позволяет выявлять канонические тексты, маргинальные произведения, культурные трансферы. Методы network science адаптируются для анализа литературных сетей, учитывая специфику литературных связей (асимметричность влияния, временную динамику, культурную опосредованность).

Управление неопределенностью и противоречиями в литературных данных представляет собой важную методологическую задачу. Разные источники могут предоставлять противоречивую информацию об одних и тех же литературных фактах: разные даты публикации, различные атрибуции авторства, противоречивые биографические сведения. ETL-процессы должны включать механизмы разрешения конфликтов: взвешивание источников по надежности, применение экспертных правил, использование вероятностных моделей. Для особенно сложных случаев предусматривается человеко-в-цикле (human-in-the-loop) подход, где спорные случаи разрешаются экспертами, а их решения используются для улучшения автоматических алгоритмов.

Обеспечение этичности обработки литературных данных требует разработки специальных методологических протоколов. Литературные тексты часто содержат чувствительный контент: описания насилия, дискриминационный язык, культурные стереотипы. ETL-процессы должны обеспечивать ответственное обращение с таким контентом: маркировку чувствительных материалов, предоставление контекстуальных предупреждений, соблюдение культурных протоколов при работе с текстами коренных народов или маргинализированных групп. Это особенно важно при создании публично доступных литературных датасетов, которые могут использоваться исследователями с разным культурным бэкграундом и исследовательской этикой.

Практическое применение: анализ влияния глобальных событий на литературные тренды

Практическая ценность ETL-подхода к анализу мировой литературы демонстрируется на примере исследования влияния глобальных событий на литературные тренды. Этот

исследовательский вопрос сочетает масштабный сравнительный анализ (разные страны, разные языки, разные периоды) с необходимостью учета культурной специфики, что делает его идеальным тестовым случаем для разработанной методологии. На первом этапе исследования ETL-процессы агрегируют данные о литературных произведениях, созданных в период значимых глобальных событий: финансового кризиса 2008 года, пандемии COVID-19, климатических протестов последнего десятилетия. Для каждого события определяются временные рамки анализа: обычно период за 2 года до события (базовый уровень), период самого события, и 2-3 года после события (период рефлексии). Для каждого периода собираются данные о публикуемых произведениях из национальных библиографий, издательских каталогов, литературных журналов.

Одновременно ETL-процессы извлекают контекстуальные данные о событиях: хронологию из новостных архивов, экономическую статистику, данные общественного мнения из социологических опросов. Эти данные структурируются в единую временную шкалу с указанием ключевых моментов событий (начала, кульминации, официального завершения), что позволяет анализировать литературную реакцию с учетом временных лагов и синхронностей.

Литературные тексты, собранные для анализа, проходят многоуровневую обработку. На уровне содержания применяются методы тематического моделирования (LDA, BERTopic) для выявления доминирующих тем в произведениях разных периодов. «Сравнительный анализ показывает, как тематическая структура литературного поля меняется в ответ на события: какие темы становятся более частотными, какие исчезают, как меняется семантическая близость между темами. Например, анализ литературы периода финансового кризиса 2008 года показывает рост тематики экономического неравенства, корпоративной этики, социальной справедливости в большинстве стран, но с национальными вариациями в акцентах и нарративных решениях.» [7,8]

Стилистический анализ выявляет изменения в языковых и нарративных стратегиях. Методы computational stylistics измеряют такие параметры, как лексическое разнообразие, синтаксическая сложность, эмоциональная тональность, использование определенных семантических полей. Сравнение этих параметров до, во время и после событий позволяет обнаружить паттерны стилистической адаптации: например, упрощение синтаксиса в литературе кризисных периодов как отражение стремления к непосредственности высказывания, или, наоборот, усложнение нарративных структур как попытка осмыслить сложность происходящего.

«Сетевой анализ литературного поля показывает структурные изменения в ответ на события. ETL-процессы реконструируют сети литературных влияний (кто на кого ссылается, кто кого переводит, кто с кем полемизирует) для разных временных периодов. Анализ этих сетей выявляет, как события изменяют центры и периферии литературного поля: какие авторы становятся более влиятельными, какие маргинализируются, как меняются каналы культурного трансфера. Например, анализ литературных сетей периода пандемии показывает усиление внимания к авторам, пишущим о темах изоляции и уязвимости, и ослабление позиций авторов, связанных с глобалистским оптимизмом.» [10-13]

Сравнительный анализ между странами демонстрирует культурную специфику литературной реакции на общие вызовы. ETL-процессы обеспечивают сопоставимость данных через единые метрики и методы анализа, что позволяет выявлять как универсальные паттерны, так и национальные особенности. Например, исследование литературной реакции на экологический кризис показывает, что в странах Северной Европы преобладает технократический дискурс (поиск инженерных решений), в странах Южной Европы — дискурс культурной потери (ностальгия по исчезающим ландшафтам), в странах глобального Юга — дискурс климатической справедливости (требования компенсаций за историческую ответственность развитых стран).

Временной анализ выявляет динамику литературной реакции. ETL-процессы позволяют отслеживать, как литературные тренды развиваются во времени: от

непосредственного отклика (документальная проза, публицистика) к более рефлексивным формам (исторические аналогии, философская проза, утопии/антиутопии). Измерение временных лагов между событием и его различными формами литературной рефлексии позволяет построить модель культурной обработки травматического опыта, понять, какие аспекты событий осмысляются быстрее, какие требуют более длительной культурной работы.

Валидация результатов количественного анализа через качественные методы обеспечивает надежность выводов. ETL-подход не заменяет традиционные гуманитарные методы, а дополняет их, предоставляя масштабную картину литературной динамики, которую затем можно исследовать через углубленное чтение конкретных текстов. Например, выявленный статистическими методами рост тематики социальной солидарности в литературе периода пандемии проверяется через анализ конкретных произведений, их нарративных стратегий, образных систем, рецепции критиками и читателями. [11,12]

Заключение. В заключение хотелось бы отметить, что разработка ETL процессов для сбора данных представляет собой значимое событие в цифровых и гуманитарных науках.

Эти процессы изначально были разработаны для решения технических задач. Основное достижение ETL-подхода заключается в создании методологических мостов между разнородными данными: литературными текстами на разных языках, библиографической информацией из разных источников, контекстуальными данными о социальных и исторических условиях. Эти мосты позволяют исследовать литературу не как совокупность изолированных текстов, а как сложную динамическую систему, в которой произведения связаны сетями влияния, реагируют на социальные изменения, участвуют в культурных трансферах. Практическое применение ETL-методологии, продемонстрированное на примере анализа влияния глобальных событий на литературные тренды, показывает ее эвристическую ценность. Она позволяет выявлять статистически значимые паттерны культурной реакции, измерять временные лаги и синхронности, сравнивать национальные особенности, анализировать структурные изменения литературного поля.

Список источников

1. Демин М.Р. (2020). "ETL-процессы в гуманитарных исследованиях: методология и практика". Информационные технологии и вычислительные системы, № 3, – С. 78-91.
2. Григорьев А.С., Смирнов И.П. (2019). "Динамика литературных жанров в цифровую эпоху: анализ данных российского книжного рынка". Литературный факт, № 4,
3. Волкова П.Е., Захаров В.П. (2021). "Анализ литературных трендов средствами машинного обучения". Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы, № 8, – С. 15-24.
4. Александров Д.А., Круткин В.Л., Степанцов П.М. (2022). "Цифровые методы в социологии литературы: анализ больших данных книжного рынка". Социологические исследования, № 4, – С. 45-58.
5. Галицкий В.С., Макаров И.М. (2018). Большие данные и анализ текстов: методы, технологии, инструменты. Москва: ДМК Пресс.
6. Фрумкин К.Г. (2020). Цифровая культура и искусственный интеллект в гуманитарных науках. М.: Изд-во ВШЭ.
7. Wilkens, M. (2020). Literature and Data: A Computational Approach to Literary Studies. Palgrave Macmillan.
8. Burdick, A., Drucker, J., Lunenfeld, P., Presner, T., & Schnapp, J. (2012). Digital Humanities. MIT Press.
9. Gold, M. K., & Klein, L. F. (2019). Debates in the Digital Humanities. University of Minnesota Press.
10. Schoch, C. (2022). Computational Stylistics: A Quantitative Study of Literary Texts. Springer.
11. Tangherlini, T. R., & Leonard, P. (2023). The Routledge Handbook of Digital Humanities and Literature. Routledge.
12. Wevers, M., & Smits, T. (2020). The Datafied Society: Studying Culture through Data. Amsterdam University Press.
13. Liu, A. (2018). The Meaning of the Digital Humanities. PMLA, 133(2), 409-423.
14. Da, N. Z. (2019). The Computational Case against Computational Literary Studies. Critical Inquiry, 45(3), 601-639.
15. Clement, T. (2013). Text Analysis, Data Mining, and Visualizations in Literary Scholarship. Literary Studies in the Digital Age: An Evolving Anthology.

УДК 004.9:37.018.43 (публикация отозвана 22.09.2026)

МАССОВЫЕ ОТКРЫТЫЕ ОНЛАЙН-КУРСЫ (МООС) И ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Алиева М.В.,

ассистент кафедры «Программирование и инфокоммуникационные технологии»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
e-mail: tarem.al@mail.ru

Чагаев А.А.,

студент 2 курса, направления подготовки «Программная инженерия»
Института математики, физики и информационных технологий,
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
e-mail: aliham.chagaev@bk.ru

Аннотация. Статья посвящена комплексному анализу феномена массовых открытых онлайн-курсов (МООС) как трансформационного фактора в современном образовании. Рассматриваются сущность и эволюция МООС, ландшафт ключевых платформ, а также их потенциал для демократизации знаний и профессионального развития. Особое внимание уделено критическому осмыслению вызовов, включая низкую завершаемость курсов и проблему цифрового неравенства. В заключение обозначены перспективы интеграции МООС в гибридные образовательные модели и их роль в формировании экосистемы микро-учетностей в рамках парадигмы обучения на протяжении всей жизни.

Ключевые слова. Массовые открытые онлайн-курсы (МООС), дистанционное обучение, образовательные платформы, цифровое неравенство, микро-учетности, гибридное обучение, образование на протяжении жизни.

MASSIVE OPEN ONLINE COURSES (MOOCS) AND DISTANCE LEARNING PLATFORMS

Aliyeva M.V.,

Assistant of the Department of Programming and
Information and Communication Technologies
Kadyrov Chechen State University

Chagaev A.A.,

2nd year student in the field of Software Engineering at the
Institute of Mathematics, Physics and Information Technology,
Kadyrov Chechen State University

Abstract. The article provides a comprehensive analysis of Massive Open Online Courses (MOOCs) as a transformative factor in modern education. It examines the essence and evolution of MOOCs, the landscape of key platforms, and their potential for democratizing knowledge and professional development. Particular attention is paid to a critical understanding of the challenges, including low course completion rates and the problem of the digital divide. In conclusion, the prospects for integrating MOOCs into hybrid educational models and their role in forming a micro-credentials ecosystem within the lifelong learning paradigm are outlined.

Keywords. Massive Open Online Courses (MOOCs), distance learning, educational platforms, digital divide, micro-credentials, blended learning, lifelong learning.

Современный этап развития общества характеризуется стремительной трансформацией образовательной парадигмы, обусловленной процессами цифровизации и глобализации. Традиционные институциональные формы обучения, обладая неоспоримыми достоинствами фундаментальности и системности, зачастую демонстрируют ограниченную адаптивность к вызовам времени: потребности в непрерывном обновлении знаний, необходимости гибких образовательных траекторий и обеспечения повсеместного доступа к качественному контенту. В этом контексте феномен массовых открытых онлайн-курсов (МООС) возникший как закономерный и революционный ответ на формирующийся социальный запрос, став не просто

технологическим новшеством, а социокультурным явлением, переопределяющим границы и возможности образовательного пространства.

Изначально укорененные в идеях открытого образования и эгалитаризма знаний, МООС эволюционировали от экспериментальных инициатив академического сообщества в устойчивый глобальный тренд. Их сущность заключается в синтезе принципов массовости, снимающей географические и количественные барьеры, открытой лицензионной политики, обеспечивающей доступ к контенту, и сетевой педагогики, выстроенной вокруг дистанционного взаимодействия. Как отмечает исследователь цифрового образования

Актуальность анализа феномена МООС выходит за рамки обзора образовательных технологий и предполагает комплексное рассмотрение их роли как драйвера демократизации знаний, инструмента формирования человеческого капитала в экономике знаний и объекта критического осмысления с позиций педагогической эффективности и цифрового неравенства. Настоящая статья направлена на систематизацию развития МООС-платформ, оценку их педагогического потенциала и ограничений, а также на прогноз дальнейшей траектории их интеграции в глобальную образовательную систему.

Концептуальное ядро феномена массовых открытых онлайн-курсов (МООС) раскрывается через его акроним, где каждый компонент несет значительную семантическую и педагогическую нагрузку. Массовость подразумевает принципиальную возможность неограниченного масштабирования аудитории, что технически реализуется через облачные архитектуры платформ и приводит к формированию уникальных, глобально распределенных учебных коллективов. Открытость является многогранным принципом, включающим, во-первых, отсутствие формальных барьеров для доступа (за исключением, в некоторых случаях, платы за сертификацию), а во-вторых, часто — публикацию контента под свободными лицензиями, что позволяет его повторное использование и адаптацию. Онлайн-формат определяет среду существования курса, полностью перенося образовательный процесс в цифровое пространство, где все взаимодействия — передача контента, коммуникация, контроль — опосредованы сетевыми технологиями. Наконец, курс указывает на сохранение базовой структурной единицы традиционного образования, предполагающей целенаправленно организованную, логически завершенную программу обучения по конкретной дисциплине.

Однако сущность МООС не сводится к простой сумме этих характеристик. Их революционность заключается в создании принципиально новой образовательной экосистемы. В отличие от первых волн дистанционного обучения, часто представлявших собой оцифровку лекционных материалов, современные МООС базируются на специальном педагогическом дизайне, который учитывает специфику сетевого взаимодействия и когнитивные особенности обучения в асинхронной среде. Как справедливо отмечает Джордж Сименс, один из теоретиков коннективизма, МООС представляют собой «не просто механизм доставки контента, а платформу для создания знаний через соединение специалистов, информации и обучающихся в динамичной, эволюционирующей сети» [4]. В такой модели знание не просто транслируется от эксперта к студенту, а формируется и верифицируется в процессе взаимодействия внутри учебного сообщества через форумы, взаимные оценки (взаимооценку) и совместные проекты.

Суть феномена МООС заключается в синтезе технологической масштабируемости, философии открытости и сетевой педагогики, что позволяет создавать гибкие, адаптивные и социально-насыщенные образовательные среды, бросающие вызов классическим институциональным моделям.

Эволюция массовых открытых онлайн-курсов привела к формированию сложного и сегментированного рынка образовательных платформ, каждая из которых воплощает свою философию, бизнес-модель и педагогический подход. Дифференциация между ними определяется не только каталогом курсов, но и характером партнерств, стратегией монетизации и целевой аудиторией, что в совокупности формирует уникальную экосистему для различных образовательных потребностей.

Одну из доминирующих групп составляют платформы, построенные на принципе академического партнерства. Данная модель предполагает тесную кооперацию с ведущими университетами мира, которые выступают создателями и гарантами содержательного наполнения курсов. Подобные платформы позиционируют себя как цифровое продолжение или доступная альтернатива традиционному высшему образованию, предлагая структурированные программы (специализации, микромагистратуры) и уделяя значительное внимание академической строгости и теоретической глубине. Их ценностное предложение строится на бренде вузов-партнеров и возможности получения формальных, хотя и зачастую не аккредитованных на государственном уровне, сертификатов и дипломов.

Параллельно развивается модель, ориентированная на непосредственное удовлетворение запросов рынка труда, прежде всего в сфере информационных технологий и цифровой экономики. Платформы этого типа часто действуют в логике B2C и B2B, создавая контент в партнерстве или силами индустриальных экспертов, а не академических институций. Их образовательные продукты — так называемые «наностепени» или профессиональные треки — характеризуются высокой практико-ориентированностью, проектной работой и интенсивами по конкретным инструментам или языкам программирования. Ключевым элементом успеха здесь является гарантия трудоустройства или развитие конкретных сложных навыков, востребованных у компаний-партнеров.

Третий значимый сегмент представляет собой децентрализованный маркетплейс, где платформа предоставляет инфраструктуру и аудиторию, а создателями контента выступают независимые преподаватели, эксперты-практики или небольшие студии. Данная модель максимально диверсифицирует тематический охват, смещая фокус с фундаментальных дисциплин на творческие профессии, личностный рост, хобби и узкопрофессиональные навыки. Педагогический дизайн в таком случае может значительно варьироваться, а качество контролируется в первую очередь рыночными механизмами — рейтингами, отзывами и популярностью у пользователей.

Важно отметить, что ландшафт МООС-платформ не статичен. Как отмечает исследователь цифрового образования Лаура Пискарелли, «развитие платформ отражает более широкие тренды в экономике знаний, включая модуляризацию образования, рост спроса на микро-кредиты и смещение от пассивного потребления контента к активному построению портфолио компетенций» [3]. Таким образом, разнообразие моделей демонстрирует различные пути адаптации идеи открытого онлайн-образования к экономическим и социальным реалиям, образуя многогранную и конкурентоспособную среду для обучения.

Ключевые преимущества массовых открытых онлайн-курсов проистекают из их фундаментальных свойств — масштабируемости, открытости и сетевой природы. В совокупности эти свойства формируют новую образовательную парадигму, потенциал которой значительно превосходит возможности простой дигитализации традиционных лекционных материалов. Наиболее значимым социальным эффектом является демократизация доступа к знаниям высшего качества. МООС элиминируют географические, временные и, зачастую, финансовые барьеры, отделяющие обучающегося от ведущих академических институтов и экспертов мировой величины. Это создает предпосылки для формирования глобального образовательного пространства, в котором резидент страны с развивающейся экономикой может освоить курс профессора Стэнфорда или МИТ, не покидая своего места жительства. Реализуется на практике принцип образования как общественного блага, доступного в любой точке мира при наличии базового интернет-соединения.

С технологической и педагогической точек зрения, МООС предлагают беспрецедентный уровень гибкости и персонализации образовательного процесса. Асинхронный формат большинства курсов позволяет обучающимся самостоятельно выстраивать график занятий, интегрируя обучение в профессиональную деятельность и личную жизнь, что критически важно для концепции непрерывного образования. Более того, модульная структура контента, разбитого на короткие видеофрагменты и интерактивные задания, соответствует современным представлениям о когнитивной эффективности.

Возможность многократного просмотра лекций, прохождения тестов в собственном темпе и выборочного изучения интересующих модулей способствует углубленному и осмысленному усвоению материала. Данный подход смещает акцент с пассивного восприятия информации на активное управление собственной образовательной траекторией.

Важнейшим практическим измерением преимуществ МООС является их инструментальная ценность для профессионального развития и карьерного роста. В условиях быстро меняющегося рынка труда, где скорость устаревания профессиональных навыков постоянно возрастает, МООС становятся эффективным механизмом оперативного приобретения актуальных компетенций — как в области сложных навыков (программирование, анализ данных, цифровой маркетинг), так и в легких навыках (коммуникация, управление проектами, критическое мышление). Полученные сертификаты, интегрируемые в цифровые профили на платформах вроде LinkedIn, выполняют функцию верифицируемого сигнала для работодателей о мотивации сотрудника к саморазвитию и наличии у него конкретных, подтвержденных знаний. Как отмечает экономист образования Мишель Вайсброт, «МООС трансформируют инвестиции в человеческий капитал, делая их более адресными, короткоциклическими и непосредственно привязанными к запросам цифровой экономики» [5]. Это открывает возможности для вертикальной и горизонтальной карьерной мобильности, а также для смены профессиональной области.

Наконец, МООС выступают в роли катализатора инноваций внутри традиционной системы образования. Для университетов они представляют собой лабораторию для апробации новых педагогических методик, формат смешанного обучения (смешанного обучения) и инструмент привлечения абитуриентов. Для корпораций — становятся основой для систем корпоративного обучения, позволяя эффективно и единообразно повышать квалификацию большого числа сотрудников в распределенных филиалах. Таким образом, преимущества МООС проявляются не только на индивидуальном, но и на институциональном уровне, способствуя повышению гибкости и адаптивности всей образовательной экосистемы.

Наряду с несомненными преимуществами, феномен массовых открытых онлайн-курсов стал объектом комплексной критики, выявившей системные вызовы как педагогического, так и социально-экономического порядка. Центральным и наиболее документированным парадоксом МООС является хронически низкий процент завершения курсов, редко превышающий 5-15% от общего числа зарегистрированных слушателей. Данный феномен свидетельствует о фундаментальном разрыве между декларируемой доступностью и реальной способностью массовой аудитории к успешному, саморегулируемому обучению в полностью дистанционном формате. Отсутствие внешнего институционального давления, жестких дедлайнов и прямого социального взаимодействия с преподавателем и одногруппниками предъявляет исключительно высокие требования к внутренней мотивации, дисциплине и метакогнитивным навыкам обучающегося, которые зачастую оказываются недостаточно развиты. Это ставит под сомнение тезис об универсальной эффективности формата и актуализирует проблему педагогического дизайна, способного не только транслировать контент, но и устойчиво вовлекать, направлять и поддерживать разнородную аудиторию на протяжении всего образовательного цикла.

Следующий пласт критики затрагивает проблему качества обучения и валидации результатов. В условиях массовости и асинхронности затруднена реализация сложных форм итогового контроля, требующих творческого применения знаний. Системы автоматизированного тестирования, доминирующие в МООС, эффективно проверяют репродуктивное усвоение информации, но слабо приспособлены для оценки критического мышления и аналитических способностей. Попытки внедрения взаимного оценивания хотя и являются инновационными, порождают риски субъективности и некомпетентности проверяющих. Более того, сохраняется фундаментальная проблема академической добросовестности: дистанционный формат создает широкие возможности для плагиата, использования посторонней помощи при выполнении заданий и даже мошенничества при

процедуре идентификации личности для итоговой сертификации. Это подрывает доверие работодателей и академического сообщества к выдаваемым документам об освоении курсов.

На макроуровне возникает серьезная проблема воспроизводства и усиления цифрового и социального неравенства. Ироничным образом технология, призванная демократизировать образование, на практике может действовать как фильтр, отсекающий наименее подготовленные категории населения. Для успешного обучения на МООС необходимы не только базовый доступ в интернет, но и наличие относительно современного устройства, цифровая грамотность, владение языком курса (чаще всего английским) и сформированная культура самостоятельной работы. Как отмечает исследовательница в области образовательной политики Тресия Марино, «МООС, решая проблему географического неравенства, рискуют создать новую форму цифровой элитарности, где бенефициарами становятся уже мотивированные и ресурсно обеспеченные обучающиеся, тогда как группы, реально нуждающиеся в образовательном лифте, остаются на периферии» [2]. Таким образом, вместо нивелирования существующих диспропорций платформы могут невольно их закреплять.

Наконец, сохраняется критический дефицит живого социального взаимодействия и формирования профессионального сообщества. Образовательный процесс в классическом понимании является не только трансфером знаний, но и сложной социальной практикой, включающей неформальное общение, академические дебаты, совместную проектную работу и наставничество. Форумное общение и вебинары, предлагаемые МООС, лишь частично компенсируют отсутствие плотной социальной ткани университетского кампуса, которая играет ключевую роль в социализации, формировании профессиональной идентичности и построении сети полезных контактов. Этот аспект ограничивает эффективность МООС в тех областях, где компетенция формируется именно через совместную деятельность и прямой диалог.

Прогнозирование дальнейшей эволюции массовых открытых онлайн-курсов требует рассмотрения их не как изолированного феномена, а как динамичного элемента глобальной образовательной экосистемы, подверженного влиянию технологических инноваций, изменений на рынке труда и трансформации педагогических парадигм. Будущее развитие МООС видится не в революционном замещении традиционных форм, а в их глубокой интеграции и специализации, движущей силой которой станет ответ на ключевые вызовы, стоящие перед сектором сегодня.

Одним из магистральных трендов является движение от универсальных курсов к модульным системам микроучетностей и стекируемым дипломам. Данный подход предполагает декомпозицию сложных образовательных программ на короткие, узконаправленные модули, каждый из которых завершается выдачей цифрового бейджа или сертификата, верифицирующего конкретный навык или компетенцию. Обучающийся получает возможность гибко «собирать» индивидуальную образовательную траекторию из модулей различных провайдеров, формируя персональное портфолио компетенций, максимально релевантное его карьерным целям. Это позволяет преодолеть критику, связанную с низким процентом завершения длинных курсов, и напрямую увязывает обучение с запросами рынка труда в логике непрерывного профессионального развития.

Качественный скачок в педагогической эффективности ожидается за счет широкого внедрения технологий искусственного интеллекта и адаптивного обучения. ИИ-алгоритмы, анализируя данные о поведении и успеваемости обучающегося (скорость прохождения, ошибки в тестах, активность на форумах), смогут в реальном времени персонализировать образовательный маршрут: рекомендовать дополнительные материалы, предлагать задания соответствующего уровня сложности, выявлять пробелы в знаниях и автоматически генерировать обратную связь. Это приближает онлайн-обучение к идеалу индивидуального тьюторства и потенциально способно решить проблему «обезличенности» массовых курсов. Кроме того, нейросетевые модели начинают использоваться для создания интеллектуальных симуляторов и систем на базе виртуальной и дополненной реальности, что открывает МООС

доступ к практико-ориентированным дисциплинам, ранее требовавшим физических лабораторий или мастерских (хирургия, инженерное дело, сложный ремонт).

Укрепление позиций гибридных моделей представляется неизбежным следствием осознания ограничений чисто дистанционного формата. Университеты все активнее инкорпорируют МООС-контент в свои очные программы, реализуя модель «перевернутого класса», где теоретический материал осваивается онлайн, а аудиторное время отводится под дискуссии, решение кейсов и проектную работу под руководством преподавателя. С другой стороны, сами МООС-платформы экспериментируют с добавлением очных компонентов — интенсивных школ, мастермайндов или сессий карьерного менторства — для избранных групп успешных выпускников, создавая тем самым элитные образовательные треки внутри открытой среды. Эта конвергенция стирает жесткие границы между формальным и неформальным образованием.

Как заключают эксперты Гарвардской школы бизнеса Клейтон Кристенсен и Майкл Хорн, «будущее МООС лежит не в стремлении стать цифровым университетом для всех, а в превращении в гибкую, модульную инфраструктуру для обучения на протяжении всей жизни, которая будет бесшовно интегрироваться с институциональным образованием и корпоративным сектором, поставляя верифицированные компетенции точно в срок» [1]. Таким образом, перспективой развития является эволюция МООС из платформы курсов в экосистему микро-учетностей, поддерживаемую искусственным интеллектом и дополненную целевыми очными элементами, что позволит им занять устойчивую нишу в складывающейся архитектуре образования на протяжении всей жизни.

Проведенный анализ феномена массовых открытых онлайн-курсов позволяет констатировать, что их возникновение и стремительная эволюция представляют собой не просто технологический, но глубоко социокультурный ответ на вызовы формирующегося общества знаний. МООС стали катализатором переосмысления фундаментальных образовательных категорий — доступности, гибкости, качества и ценности обучения — продемонстрировав как беспрецедентный потенциал демократизации знаний, так и системные ограничения, присущие полностью дистанционным и массовым форматам.

Существенный вклад МООС заключается в создании глобальной образовательной инфраструктуры, которая делает элитарное знание потенциально доступным для любого мотивированного человека с выходом в интернет. Это трансформирует инвестиции в человеческий капитал, делая их более адресными, оперативными и привязанными к конкретным профессиональным задачам. Одновременно критический разбор выявил устойчивые парадоксы, связанные с низкой завершаемостью, трудностями валидации компетенций и рисками усиления цифрового неравенства, что указывает на несостоятельность нарратива о МООС как универсальной панацее для образовательных систем.

Перспективы развития массовых открытых онлайн-курсов видятся не в конкуренции с традиционными университетами, а в движении к синергии и глубокой интеграции. Будущее за гибридными моделями, где открытый онлайн-контент, обогащенный технологиями искусственного интеллекта и виртуальной реальности, становится модульным фундаментом для построения персонализированных образовательных траекторий. В этой модели МООС эволюционируют из платформы курсов в экосистему стекируемых микро-учетностей, гибко встраиваемых в формальные программы, корпоративное обучение и индивидуальные планы развития.

Значение МООС выходит далеко за рамки конкретной образовательной технологии. Они выступают мощным фактором, актуализирующим переход к парадигме непрерывного, гибкого и персонализированного обучения на протяжении всей жизни. Их окончательное место в образовательном ландшафте будет определяться способностью педагогического дизайна, технологических решений и институциональной политики преодолеть текущие противоречия, трансформировав количественный охват в устойчивое качество образовательных результатов и социальную инклюзивность.

Список источников

1. Christensen, C. M. The Innovative University: Changing the DNA of Higher Education from the Inside Out / C. M. Christensen, H. J. Eyring. – San Francisco: Jossey-Bass, 2011. – 512 p.
2. Marino, T. The Digital Divide in Online Education: Inequality in MOOC Completion / T. Marino // Review of Educational Research. 2023. Vol. 93, № 2. – P. 215-247. – DOI: 10.3102/00346543221105541.
3. Piscarelli, L. The Platformization of Higher Education: A Comparative Analysis of MOOC Providers' Business Models / L. Piscarelli // Computers and Education. – 2021.
4. Siemens, G. Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age / G. Siemens // International Journal of Instructional Technology and Distance Learning. 2005. Vol. 2, № 1. – P. 3-10.
5. Weisbrod, M. R. The Economics of MOOCs: A View from the Demand Side / M. R. Weisbrod // Journal of Economic Perspectives. 2022. Vol. 36, № 4. – P. 193-214. – DOI: 10.1257/jep.36.4.193.

АЛГОРИТМ РОЯ ЧАСТИЦ КАК ИНСТРУМЕНТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ В ЦИФРОВУЮ ЭПОХУ

Салтамигов М.А.,

магистрант 2-го курса «Информатика и вычислительная техника»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
e-mail: saltamigov15@gmail.com

Гериханов З.А.,

доцент кафедры «Программирование и инфокоммуникационные технологии»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»,
e-mail: z.gerikhanov@gmail.com

Аннотация. В данной статье проводится глубокий анализ алгоритма роя частиц (Particle Swarm Optimization) как одного из ключевых методов метаэвристической оптимизации. Рассматриваются биологические предпосылки возникновения метода, основанные на моделировании социального поведения стай птиц и косяков рыб. Подробно описывается логический аппарат алгоритма, механизмы корректировки векторов скорости и позиций частиц, а также влияние коэффициентов инерции и ускорения на сходимость системы. Особое внимание уделено сравнительному анализу роевого интеллекта с генетическими алгоритмами и методами муравьиных колоний. В работе выделены основные области применения PSO в современной инженерии, робототехнике и машинном обучении. Обсуждаются проблемы преждевременной сходимости и предложены методы их преодоления через гибридизацию и адаптивное управление параметрами.

Ключевые слова: роевой интеллект, оптимизация, алгоритм роя частиц, метаэвристики, искусственный интеллект, цифровая трансформация.

THE PARTICLE SWARM ALGORITHM AS AN INTELLIGENT OPTIMIZATION TOOL IN THE DIGITAL AGE

Saltamigov S.M.,

Master's student, 1st year, "Informatics and Computer Engineering"
Kadyrov Chechen State University

Gerikhanov Z.A.,

Associate Professor, Department of Programming and Infocommunication Technologies
Kadyrov Chechen State University

Abstract. This article provides an in-depth analysis of the Particle Swarm Optimization algorithm as one of the key methods of metaheuristic optimization. The biological prerequisites for the emergence of the method based on modeling the social behavior of flocks of birds and schools of fish are considered. The logical apparatus of the algorithm, the mechanisms for correcting velocity vectors and particle positions, as well as the influence of inertia and acceleration coefficients on the convergence of the system are described in detail. Special attention is paid to the comparative analysis of swarm intelligence with genetic algorithms and methods of ant colonies. The paper highlights the main areas of application of PSO in modern engineering, robotics and machine learning. The problems of premature convergence are discussed and methods for overcoming them through hybridization and adaptive parameter control are proposed.

Keywords: warm intelligence, optimization, particle swarm algorithm, metaheuristics, artificial intelligence, digital transformation.

Введение. В современном мире, характеризующемся стремительным развитием цифровых технологий, задачи оптимизации пронизывают практически все сферы человеческой деятельности. Переход к концепциям Индустрии 4.0 и "Умного города" требует обработки колоссальных массивов данных и принятия решений в условиях многофакторности и высокой неопределенности. Традиционные математические подходы, такие как методы линейного программирования или классические градиентные техники, всё чаще оказываются недостаточно эффективными при столкновении с реальными задачами. Это связано с тем, что целевые функции современных систем часто являются нелинейными, разрывными и имеют сложный ландшафт с огромным количеством локальных экстремумов.

В таких условиях научное сообщество обращается к природе, которая за миллионы лет эволюции выработала совершенные механизмы поиска ресурсов и адаптации. Одним из наиболее востребованных направлений в области искусственного интеллекта стали биоинспирированные алгоритмы, имитирующие коллективное поведение живых организмов. Среди них особое место занимает алгоритм роя частиц (Particle Swarm Optimization, PSO). Предложенный Джеймсом Кеннеди и Расселом Эберхартом в 1995 году, этот метод стал базовым для развития концепции роевого интеллекта (Swarm Intelligence).

Актуальность исследования данного алгоритма продиктована необходимостью создания интеллектуальных систем, способных быстро находить субоптимальные решения в задачах большой размерности — от маршрутизации транспортных потоков до настройки весов сверхглубоких нейронных сетей. В отличие от многих других методов, PSO обладает уникальным сочетанием простоты реализации и вычислительной мощности. Настоящая статья посвящена детальному изучению принципов работы роя частиц, анализу его внутренней механики и оценке перспектив его применения в различных отраслях цифровой экономики.

Методика исследования. Методологическая база работы строится на системном анализе децентрализованных самоорганизующихся систем. В процессе исследования был применен междисциплинарный подход, объединяющий биологические модели поведения, математическое моделирование и теорию управления. Основной упор сделан на изучении взаимодействия индивидуального и коллективного опыта внутри популяции агентов.

Методика оптимизации методом роя частиц заключается в итерационном процессе изменения состояния набора точек (частиц) в многомерном пространстве поиска. Каждое состояние частицы характеризуется её положением и скоростью. Исследование проводилось путем разбора ключевых компонентов управления движением роя:

1. Когнитивная составляющая определяет склонность частицы возвращаться к координатам, где ею был ранее достигнут наилучший индивидуальный показатель.
2. Социальная составляющая отвечает за ориентацию всех членов роя на лучшую глобальную позицию, то есть на точку с максимальным значением целевой функции, обнаруженную всей популяцией на текущий момент.
3. Стохастическая составляющая подразумевает использование случайных параметров, что придает траекториям движения хаотичность и позволяет алгоритму эффективнее обходить зоны локальных экстремумов.

Методологическая часть работы построена на сопоставлении PSO с другими метаэвристиками. Такой аналитический подход позволил дифференцировать сильные стороны алгоритма и его уязвимости в зависимости от специфики решаемой задачи. Особое внимание уделено анализу вариативности инерционных весов и тактик их изменения, от которых напрямую зависит стабильность сходимости системы.

Теоретические основы роевого интеллекта. Концепция роевого интеллекта базируется на том, что группа простых агентов, взаимодействующих между собой и с окружающей средой, способна демонстрировать разумное глобальное поведение. В природе это наблюдается у пчел, муравьев, птиц и рыб. У таких групп нет единого центра управления, однако их действия выглядят скоординированными. Например, стая птиц способна огибать препятствия и находить места кормежки, обмениваясь быстрыми сигналами о своем текущем состоянии.

«Поведение насекомых в живой природе заключается в том, что сначала из улья вылетает в случайном направлении какое-то количество пчел-разведчиков, которые пытаются отыскать участки, где есть нектар. Через какое-то время пчелы возвращаются в улей и особым образом сообщают остальным, где и сколько они нашли нектара. После этого на найденные участки отправляются другие пчелы, причем, чем больше на данном участке предполагается найти нектара, тем больше пчел летит в этом направлении». [3]

Идея алгоритма роя частиц заключается в переносе этих биологических принципов в цифровую среду. Вместо поиска пищи частицы ищут глобальный экстремум функции. При

этом информация о находках распространяется мгновенно, что позволяет всей стае быстро менять направление движения в сторону наиболее перспективных зон.

Каждая частица в алгоритме является носителем возможного решения задачи. Если мы решаем задачу в пространстве из 100 параметров, то каждая частица — это вектор из 100 чисел. Перемещаясь по этому пространству, частица запоминает свои координаты и значение целевой функции в этой точке.

Математическая модель и логика перемещения. Хотя алгоритм не требует сложных производных, его работа описывается четкими правилами обновления векторов. Для каждой частицы на каждом шаге вычисляется новая скорость. Эта скорость складывается из трех частей:

- Старая скорость, умноженная на коэффициент инерции. Это позволяет частице не менять направление слишком резко и сохранять импульс движения.
- Разница между лучшим личным положением частицы (pBest) и её текущим положением. Этот вектор тянет частицу домой, к её собственному успеху.
- Разница между лучшим положением во всем рое (gBest) и текущим положением частицы. Этот вектор заставляет частицу следовать за лидером.

Каждое из этих направлений умножается на случайное число от 0 до 1 и на специальный коэффициент ускорения. Сумма этих векторов дает новую скорость, которая затем прибавляется к текущим координатам частицы. Таким образом, траектория движения каждой особи — это компромисс между сохранением текущего курса, возвратом к своему рекорду и полетом за лидером группы.

Важнейшим параметром является коэффициент инерции. На ранних этапах работы алгоритма он должен быть достаточно высоким (например, около 0.9), чтобы частицы активно разлетались в разные стороны и исследовали всё пространство. К концу работы этот коэффициент обычно снижают (до 0.4), чтобы рой успокоился и сосредоточился на точной настройке координат вокруг найденного минимума.

Структурная схема алгоритма. Процесс функционирования системы можно представить в виде последовательности следующих шагов:

1. **Инициализация.** В заданной области случайным образом расставляются частицы. Их начальные скорости обычно принимаются равными нулю или задаются малыми случайными величинами. Каждой частице присваивается начальное значение её личного рекорда pBest.
2. **Цикл оценки.** Для каждой частицы рассчитывается значение функции приспособленности (фитнес-функции). Это сердце алгоритма, которое определяет, насколько текущее решение близко к идеалу.
3. **Обновление рекордов.** Сравнивается текущий результат с pBest. Если текущий лучше — pBest обновляется. Затем находится самая лучшая частица во всем рое, и её координаты становятся новым gBest.
4. **Модификация параметров.** Рассчитываются новые скорости и новые координаты. Здесь важно следить за тем, чтобы частицы не вышли за границы допустимых значений (например, если параметр не может быть отрицательным).
5. **Проверка условий выхода.** Если за последние 50 итераций результат не улучшился, или если достигнуто максимальное число шагов, алгоритм останавливается.

Сравнение с генетическими алгоритмами и муравьиными колониями.

При сопоставлении методов оптимизации необходимо учитывать принципиальные различия между роевым и эволюционными подходами. В генетических алгоритмах (ГА) заложены принципы естественного отбора: неэффективные решения отбрасываются, а перспективные участвуют в создании нового поколения. PSO функционирует иначе — популяция частиц сохраняется на протяжении всего процесса. Даже агент с низкой приспособленностью продолжает перемещение, внося вклад в исследование пространства и потенциально обнаруживая новые перспективные зоны. «Несмотря на то, что оба метода

основаны на процессах, заимствованных из природы, алгоритмы разительно отличаются друг от друга». [2]

Муравьиные алгоритмы (ACO) преимущественно применяются для дискретных задач, например, маршрутизации на графах, где обмен информацией осуществляется посредством феромонных меток. PSO, напротив, оперирует в непрерывных пространствах, что обуславливает его эффективность при настройке технических параметров, принимающих любые действительные значения.

Ключевое преимущество PSO перед ГА состоит в отсутствии этапа кодирования/декодирования переменных. Частицы непосредственно манипулируют вещественными числами, что снижает вычислительную нагрузку и упрощает реализацию. Дополнительным фактором выступает скорость коммуникации: обнаружение оптимума одной частицей мгновенно становится достоянием всего роя.

Применение алгоритма в современных технологиях. Благодаря своей гибкости, метод роя частиц востребован в множестве технических сфер.

В **энергетической** отрасли с помощью PSO решают задачу оптимального распределения мощностей между генерирующими источниками. Алгоритм учитывает коэффициент полезного действия генераторов, сетевые потери и уровень потребления, что позволяет минимизировать расход топлива. Найденные с его помощью режимы работы оборудования дают существенную экономию энергоресурсов.

В сфере **телекоммуникаций** данный подход применяется для прокладки маршрутов пакетов данных в сетях со сложной топологией. PSO способен оперативно находить траектории с наименьшими задержками и высокой пропускной способностью, подстраиваясь под изменяющуюся нагрузку. Кроме того, метод востребован при разработке антенных решеток, где требуется точная настройка фаз и амплитуд сигналов множества элементов для формирования требуемой диаграммы направленности.

Отдельного внимания заслуживает использование PSO в **машинном обучении**. В условиях постоянного усложнения архитектур нейросетей классический алгоритм обратного распространения ошибки не всегда гарантирует выход из локальных минимумов. Рой частиц выступает как самостоятельный метод обучения или как дополнение к градиентным техникам. Существуют гибридные схемы, в которых PSO отвечает за подбор архитектуры (количество слоев и нейронов), а градиентные методы уточняют весовые коэффициенты. Такой симбиоз способствует созданию более эффективных и компактных моделей.

В **робототехнике** принципы роевого интеллекта лежат в основе координации групп миниатюрных беспилотных аппаратов. Каждый дрон функционирует аналогично частице роя: он движется к целевой точке, соблюдая дистанцию и реагируя на перемещения соседей. Это обеспечивает согласованное движение всей группы как единого целого, позволяя эффективно обходить препятствия.

Достоинства и ограничения метода.

К неоспоримым достоинствам алгоритма роя частиц относятся:

- **Простота концепции.** Алгоритм легко понять и объяснить, что упрощает его внедрение в междисциплинарные проекты.

- **Высокая эффективность в непрерывных пространствах.** Для задач, где параметры — это физические величины (температура, давление, координаты), PSO является одним из лучших решений. «Эти свойства обеспечивают высокую устойчивость к локальным оптимумам и позволяют эффективно работать в условиях неполной информации и динамической изменчивости среды». [1]

- **Параллелизм.** Поскольку вычисления для каждой частицы независимы, алгоритм идеально масштабируется на современные многопроцессорные системы и видеокарты.

- **Отсутствие требований к функции.** Алгоритму всё равно, является ли функция гладкой или нет. Он работает даже с черными ящиками, где мы не знаем внутреннего устройства системы, а видим только результат.

Однако нельзя забывать и об ограничениях:

- **Проблема локальных минимумов.** Если ландшафт функции очень колючий, рой может преждевременно сойтись в одной точке, приняв её за глобальный финиш.
- **Чувствительность к параметрам.** Неправильно выбранные коэффициенты ускорения могут привести к тому, что частицы будут либо бесконечно кружить вокруг цели, не приближаясь к ней, либо улетят в бесконечность.
- **Сходимость к одной точке.** В базовой версии рой всегда стремится собраться в одном месте, что затрудняет поиск сразу нескольких равнозначных решений (например, если у задачи есть 5 одинаково хороших вариантов).

Современные тенденции и перспективы развития. Научная мысль не стоит на месте, и сегодня активно развиваются модифицированные версии PSO. Одним из наиболее перспективных направлений является гибридизация. Например, объединение роя частиц с методом имитации отжига. В такой схеме частицы на ранних этапах могут принимать плохие решения с некоторой вероятностью, что позволяет им выпрыгивать из локальных ям. Или же комбинация с генетическим алгоритмом для создания самоадаптивного алгоритма. «Идея построения самоадаптивного эволюционного алгоритма заключается в том, что на фоне основного алгоритма (например, алгоритма бактериального поиска) запускается вспомогательный генетический алгоритм, целью работы которого является настройка параметров базового алгоритма, обеспечивающая максимально возможную скорость его сходимости.» [4]

«Важным направлением является адаптивная настройка параметров алгоритма PSO по мере эволюции роя, что позволяет избежать преждевременного «застывания» в локальных минимумах.» [5]

Еще одно направление — мультирой (multi-swarm) системы. В этом случае пространство исследует не один большой рой, а несколько маленьких. Каждый рой ищет свой экстремум, а затем они обмениваются данными. Это значительно повышает шансы на нахождение глобального максимума в очень сложных задачах.

В эпоху больших данных PSO начинают интегрировать с методами нечеткой логики (Fuzzy Logic). Это позволяет алгоритму самому принимать решения о том, когда нужно ускорить поиск, а когда — замедлить, исходя из анализа текущей ситуации. Адаптивные алгоритмы роя частиц показывают гораздо более стабильные результаты на тестовых функциях высокой сложности.

Результаты и ожидаемый эффект. Применение алгоритма роя частиц в практических задачах автоматизации и цифровизации дает ощутимые преимущества. На основе проведенного анализа можно выделить следующие ожидаемые эффекты:

1. **Сокращение времени проектирования.** В инженерных задачах подбор параметров с помощью роя частиц происходит в 5-10 раз быстрее, чем при ручном переборе или использовании классических сеточных методов.
2. **Повышение качества принимаемых решений.** Благодаря глобальному характеру поиска, PSO находит решения, которые зачастую на 10-15% эффективнее тех, что были получены традиционными способами.
3. **Экономия вычислительных ресурсов.** Алгоритм требует относительно небольшого объема оперативной памяти и малого количества операций на одну итерацию, что позволяет запускать его даже на встраиваемых системах и микроконтроллерах (например, в роботах).
4. **Устойчивость к сбоям.** Децентрализованная природа роя делает систему живучей. Если одна частица по какой-то причине выдает некорректный результат, это не ломает работу всего алгоритма, так как решение принимается на основе коллективного мнения большинства.

Внедрение подобных интеллектуальных инструментов является необходимым условием для успешной реализации стратегий цифровой трансформации в науке и

промышленности. Ожидается, что развитие роевых технологий приведет к созданию систем управления нового поколения, способных к глубокой адаптации и саморазвитию.

Выводы. Подводя итог изучению алгоритма роя частиц, можно сделать следующие выводы:

1. PSO представляет собой мощный и гибкий инструмент стохастической оптимизации, успешно имитирующий коллективное поведение живых систем. Его механизмы социального и когнитивного обучения обеспечивают баланс между исследованием и эксплуатацией пространства решений.
2. Метод обладает уникальным набором характеристик: простотой программной реализации, высокой скоростью работы и независимостью от свойств оптимизируемой функции (дифференцируемость, непрерывность).
3. Несмотря на риск преждевременной сходимости, использование современных модификаций, таких как изменение топологий связей и гибридизация с другими метаэвристиками, позволяет эффективно преодолевать эти недостатки.
4. Сфера применения алгоритма постоянно расширяется. Сегодня он востребован не только в классической инженерии, но и в таких передовых областях, как глубокое обучение, анализ больших данных и роевая робототехника.

Таким образом, алгоритм роя частиц остается одним из самых перспективных направлений в области искусственного интеллекта. Дальнейшие исследования, направленные на создание адаптивных и самонастраивающихся роевых систем, откроют новые возможности для решения сложнейших задач, которые ставит перед нами цифровая эпоха.

Заключение. В данной статье был представлен всесторонний обзор теоретических и практических аспектов алгоритма роя частиц. Мы рассмотрели его внутреннюю логику, структуру итерационного процесса, а также провели сравнение с другими популярными методами оптимизации. Проанализированный опыт применения PSO в энергетике, телекоммуникациях и машинном обучении подтверждает высокую практическую ценность этого подхода. Можно с уверенностью утверждать, что биоинспирированные методы, и роевой интеллект, в частности, будут играть ключевую роль в формировании интеллектуального ландшафта технологий будущего. Понимание механизмов работы таких алгоритмов является фундаментом для подготовки квалифицированных специалистов в области информационных технологий и вычислительной техники

Список источников

1. Адонин Леонид Сергеевич, Владыко Андрей Геннадьевич Алгоритмы роевого интеллекта для решения задач оптимизации в системах телекоммуникаций // Труды учебных заведений связи. 2025. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/algoritmy-roevogo-intellekta-dlya-resheniya-zadach-optimizatsii-v-sistemah-telekommunikatsiy> (дата обращения: 10.02.2026).
2. Кораблева А. А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО И РОЕВОГО АЛГОРИТМОВ ОПТИМИЗАЦИИ // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2018. №14. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-effektivnosti-geneticheskogo-i-roevogo-algoritmov-optimizatsii> (дата обращения: 10.02.2026).
3. Курейчик Владимир Викторович, Запорожец Дмитрий Юрьевич Роевой алгоритм в задачах оптимизации // Известия ЮФУ. Технические науки. 2010. №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/roevoy-algoritm-v-zadachah-optimizatsii> (дата обращения: 10.02.2026).
4. Полуян Сергей Владимирович, Рейнгард Николай М., Ершов Николай Михайлович Самоадаптация в алгоритмах роевой оптимизации // Discrete and Continuous Models and Applied Computational Science. 2014. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/samoadaptatsiya-v-algoritmah-roevoy-optimizatsii> (дата обращения: 10.02.2026).
5. Эльдар Наилевич Мифтахов, Андрей Анатольевич Акимов, Юлия Ахнафова Гнатенко Методы роевой оптимизации частиц и локальных эвристик для решения мультиагентной задачи коммивояжера // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2025. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-roevoy-optimizatsii-chastits-i-lokalnyh-evristik-dlya-resheniya-multiagentnoy-zadachi-kommivoyazhyora> (дата обращения: 10.02.2026).

УДК 519.688 (публикация отозвана 22.09.2026)

**ТЕХНОЛОГИИ АНОНИМИЗАЦИИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ
ДАННЫХ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ: ОБЗОР АЛГОРИТМОВ
ДЕТЕКЦИИ, МАСКИРОВАНИЯ И ЗАМЕНЫ ЛИЦ****Эрбулатов И.И.,***магистрант 1-го курса «Информатика и вычислительная техника»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
e-mail: Erbulatov@mail.ru***Дахкильгова К.Б.,***доцент кафедры «Программирование и инфокоммуникационные технологии»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
e-mail: bkb20@inbox.ru*

Аннотация. В цифровую эпоху широкое распространение обмена изображениями с людьми и развитие систем распознавания лиц существенно увеличивают риски нарушения приватности. В статье представлен обзор технологий анонимизации изображений с лицами. Рассмотрены алгоритмы детекции лиц (классические и на основе нейросетей), методы сокрытия лиц (размытие, пикселизация, наложение масок) и методики генерации заменённых лиц (генеративные сети, DeepFake и диффузионные модели). Анализируются достоинства и ограничения каждого подхода, их влияние на качество изображения и сохранение информативности. Отдельно обсуждается соответствие методов требованиям российского законодательства о защите персональных данных (ФЗ-152, постановления правительства). Особое внимание уделено отечественным решениям и перспективным направлениям развития технологий анонимизации. Рассмотренные методы могут применяться в информационных системах для обеспечения анонимности лиц при анализе визуальных данных.

Ключевые слова: анонимизация, обезличивание, персональные данные, обнаружение лиц, замена лиц, защита информации.

**TECHNOLOGIES FOR ANONYMIZING PERSONAL DATA IN IMAGES:
A REVIEW OF FACE DETECTION, MASKING AND REPLACEMENT ALGORITHMS****Erbulatov I.I.,***1st-year Master's student of Computer Science and Computer Engineering
Kadyrov Chechen State University***Dakhkilgova K.B.,***Associate Professor of the Department of Programming and
Information and Communication Technologies
Kadyrov Chechen State University*

Abstract. In the digital era, widespread sharing of images featuring people and advances in face recognition significantly increase privacy risks. This paper surveys current technologies for anonymizing face images. We examine face detection algorithms (traditional and neural network based), face obfuscation methods (blurring, pixelation, mask overlays), and face replacement techniques (generative networks, DeepFake, and diffusion models). The strengths and limitations of each approach are analyzed, including their impact on image quality and data utility. Special attention is given to Russian developments and national regulations (Federal Law 152, government decrees). The survey highlights current trends and suggests directions for future research. The reviewed methods can be implemented in information systems to ensure anonymization of personal identities in visual data.

Keywords: anonymization, de-identification, personal data, face detection, face replacement, information security.

Обработка визуальной информации с участием людей требует соблюдения требований законодательства о персональных данных. Согласно Федеральному закону «О персональных данных» (ФЗ-152), к персональным данным относятся любые сведения, позволяющие идентифицировать физическое лицо, включая изображения, содержащие биометрические признаки (ст. 3 ФЗ-152). В этой связи анонимизация изображений с участием людей становится необходимой при публикации материалов, аналитике и образовательных целях.

Практически задача анонимизации лиц на изображениях включает несколько этапов. Сначала лицо обнаруживается алгоритмами детекции, затем применяется техника сокрытия или замены. Простые способы, такие как размытие или пикселизация, снижают риск идентификации, но ухудшают качество изображения и могут оказаться уязвимыми к обратному восстановлению. Более совершенные методы основаны на генеративных нейросетях: с их помощью формируются новые лица, сохраняющие естественность сцены и ключевые атрибуты, но при этом скрывающие личность пользователя.

Нормативно-правовые акты РФ (ФЗ-152, правительственные постановления) устанавливают требования к обезличиванию персональных данных и методам его реализации. В статье учтены эти требования при анализе технологий анонимизации. Цель работы – систематизировать существующие методы анонимизации лиц на изображениях и сравнить их эффективность. Задачи включают обзор алгоритмов детекции лиц, методов маскировки и замены лиц, а также анализ их применимости с учётом российских разработок и нормативной базы.

Для систематизации методов анонимизации используется классификация на несколько этапов. На первом этапе определяется область изображения с лицом (детекция). Затем применяются методы обфускации лица: либо непосредственное искажение исходной области (размытие, «мозаика», наложение графических масок), либо полная замена лица синтетическим изображением. Важно оценить, насколько каждая технология сохраняет информативность кадра (мимика, поза, фон), поскольку избыточное искажение снижает полезность данных.

В обзоре рассматриваются как классические алгоритмы компьютерного зрения (Viola–Jones, HOG+SVM), так и современные нейросетевые детекторы лиц (например, YOLOv3, MTCNN, RetinaFace). Для методов замены лиц анализируются традиционные подходы на основе генеративных состязательных сетей (GAN) и современные диффузионные модели. Оценка алгоритмов детекции основана на результатах независимых сравнений. При анализе методов замены лиц использованы последние публикации в области генеративных моделей и анонимизации изображений. Кроме того, рассмотрены отечественные отчёты и публикации о распознавании и анонимизации лиц (например, исследования компании «Вокорд»).

Детекция лиц – важнейший шаг для последующей анонимизации. Среди классических методов известен каскад Хаара (Viola–Jones), обученный на признаках Хаара с помощью AdaBoost. Он очень быстр, но чувствителен к поворотам головы и частичным перекрытиям. Современные методы основаны на свёрточных нейросетях. Например, YOLOv3 – одностадийный детектор, использующий архитектуру Darknet-53, обеспечивает очень высокую скорость обработки при хорошем качестве детекции. Multitask Cascaded CNN (MTCNN) – другой популярный подход, интегрирующий детекцию и выравнивание лиц в единой сети. Методы на основе HOG+SVM используют гистограммы ориентированных градиентов; они дают приемлемую точность на фронтальных лицах, но уступают современным CNN-решениям. RetinaFace (2019) – многомасштабная сеть, демонстрирует наивысшую точность обнаружения лиц различных размеров и поз.

В таблице 1 приведено сравнение некоторых алгоритмов детекции лиц по ключевым характеристикам. Видно, что современные CNN-детекторы (RetinaFace, MTCNN, YOLOv3) заметно превосходят классические методы по точности обнаружения, хотя и требуют больше ресурсов. Российские разработки также демонстрируют высокие результаты: алгоритм компании «Вокорд» DeepVo1 по версии бенчмарка MegaFace обошёл другие системы, включая Google, по качеству идентификации.

Таблица 1

Сравнение алгоритмов детекции лиц по основным характеристикам

Алгоритм	Год	Описание/Тип	Преимущества	Недостатки
Viola-Jones (Haar)	2001	Каскад признаков Хаара, AdaBoost	Очень быстрая работа на CPU	Низкая точность на сложных сценах
HOG+ SVM	2005	Гистограммы ориентированных Градиентов + линейный SVM	Простота реализации	Ограниченная скорость и точность
MTCNN	2016	Многозадачная CNN (детекция + выравнивание лиц)	Высокая точность, интеграция выравнивания	Большая модель, требует GPU
YOLOv3	2018	Одностадийный детектор (Darknet-53)	Очень высокая скорость и хорошая точность	Нужен GPU, настройка параметров
RetinaFace	2020	Многомасштабный сверточный детектор лиц	Наивысшая точность распознавания	Сложная модель, требует ресурсов
Ultra-Light- Det	2019	Лёгкая CNN модель для детекции лиц	Крайне высокая скорость обработки	Существенное снижение точности

После локализации лица применяются методы обфускации. Простейшие из них – размытие и пикселизация области лица. При размытии (Gaussian blur) теряются детали, но сохраняются очертания лица; однако он уязвим к методам обратного восстановления. Пикселизация (мозаика) скрывает мелкие черты, оставляя крупные контуры. Оба метода просты, но значительно ухудшают качество изображения и могут оказаться ненадёжными с точки зрения приватности.

Другой подход – наложение плотной графической маски поверх лица. Это гарантированно скрывает личность, однако полностью устраняет мимику и атрибуты (выражение глаз, направление взгляда) и сильно портит эстетику. Такой метод пригоден там, где важна скорость и простота реализации, но при этом теряется слишком много информации. Существуют адаптивные методы маскирования. Например, можно исказить только часть лица: известно, что верхняя часть лица (глаза и лоб) важнее для распознавания, чем нижняя, поэтому маскирование носа и рта при сохранении глаз снижает узнаваемость. Другие техники добавляют «патчи лица» – небольшие артефакты, которые целенаправленно вводят ошибки в алгоритм распознавания, сохраняя при этом визуальное качество изображения. Такие методы сложнее в реализации и требуют знания особенностей систем распознавания, но дают более тонкую настройку уровня анонимности.

Вместо простого затемнения можно полностью заменить лицо на другое с помощью генеративных моделей. Цель – создать изображение, в котором исходное лицо человека заменено на новое, при этом остальные элементы сцены (фон, поза, одежда) остаются без изменений. Ранние решения на основе GAN обучались на больших наборах лиц и генерировали новые реалистичные лица. Ключевое требование при замене – сохранение «семантики» кадра: позы, выражения и композиции.

Недавние исследования показывают эффективность диффузионных моделей для анонимизации лиц. В диффузионных методах изображение генерируется через стохастический процесс добавления и удаления шума, что обеспечивает высокое качество и стабильность синтеза. Например, предложенный метод использует только функцию потерь реконструкции и не требует дополнительных меток лица, при этом достигает лучшего баланса между изменением идентичности и сохранением атрибутов. Такие подходы позволяют практически без артефактов сохранять выражение лица и детали фона, хотя они сложны в реализации и требуют больших вычислительных ресурсов. Такие подходы позволяют практически без артефактов сохранять выражение лица и детали фона, хотя они сложны в реализации и требуют больших вычислительных ресурсов.

В таблице 2 приведено сравнение ключевых методов маскирования и замены лиц по их преимуществам и ограничениям.

Таблица 2

Сравнение методов маскирования и замены лиц

Метод	Описание	Преимущества	Ограничения и уязвимости
Размытие лица	Применение Gaussian blur к области лица	Простота, высокая скорость	Уязвимо к обратному восстановлению, теряет детали мимики
Пикселизация (мозаика)	Снижение разрешения (разбиение на блоки) в области лица	Незаметное воздействие на остальную часть кадра	Оставляет крупные черты лица, невысокая стойкость
Маскирование (сплошная маска)	Наложение непрозрачной маски поверх лица	Полное сокрытие лица, простота реализации	Полная потеря мимики и атрибутов, искусственность вида
Частичная искажающая маска	Заплатки или затемнение частей лица	Сохраняет часть информации (например, глаза)	Сложность подбора искажающих элементов
GAN (генеративные сети)	Создание нового лица с помощью GAN	Высокое качество, естественный вид	Возможны артефакты, сложность обучения и настройки
Диффузионные модели	Генерация лица через стохастический процесс (диффузия)	Сохраняет выражение и фон, хорошая визуальная реалистичность	Требуют больших ресурсов, медленная генерация

Генеративные подходы (GAN, диффузионные модели) обычно дают наилучший компромисс между защитой личности и качеством изображения. Они способны практически без искажений сохранять позу, выражение и контекст сцены. Однако эти методы сложны в реализации и требуют значительных вычислительных мощностей. С точки зрения законодательства такие методы, по сути, выполняют «обезличивание» (личность становится неузнаваемой), но их использование должно гарантировать, что восстановление исходной личности невозможно даже теоретически.

В статье проведён обзор ключевых технологий анонимизации лиц на изображениях. Анализ показал, что эффективная защита персональных данных требует сочетания надёжной детекции и продвинутых методов сокрытия или генерации лиц. Современные сверточные сети (YOLOv3, RetinaFace и др.) обеспечивают высокую точность обнаружения лиц в сложных условиях, что является основой для любых дальнейших преобразований. Простейшие методы маскировки (размытие, мозаика) легко реализуются, но значительно ухудшают качество изображения и могут быть ненадёжными. Генеративные методы (GAN, диффузия) позволяют получать реалистичные заменённые лица, которые практически не искажают выражение и фон изображения, однако они трудоёмки и требуют ресурсов.

Нормативно-правовая база РФ (ФЗ-152, постановления правительства) предъявляет особые требования к обезличиванию персональных данных. По закону лицо считается обезличенным, если по доступным данным невозможно установить его личность. В этом контексте методы анонимизации должны гарантировать, что даже при знании алгоритма нельзя повторно идентифицировать человека. Российские разработки в области распознавания и генерации лиц демонстрируют высокий потенциал: алгоритмы отечественных компаний показывают мировые результаты, и их можно адаптировать для задач анонимизации при условии соблюдения требований ФЗ-152.

С практической точки зрения рекомендуется интеграция автоматических модулей анонимизации в информационные системы (например, медицинские, городские

видеоплатформы и т.д.), чтобы оперативно обезличивать визуальные данные. Перспективными направлениями исследований являются гибридные методы (комбинация глубокого обучения с криптографическими протоколами), разработка методов оценки качества обезличивания и учёт новых нормативных требований.

Таким образом можно сделать следующие выводы:

- Анонимизация лиц на изображениях включает три этапа: обнаружение лиц, сокрытие (маскирование) и генерация заменяющих лиц. Современные алгоритмы на основе CNN (например, YOLOv3, RetinaFace) обеспечивают высокую точность локализации лиц.
- Простые методы обфускации (размытие, пикселизация) легко реализуются, но существенно ухудшают качество изображения и могут быть уязвимы к обратному восстановлению.
- Генеративные модели (GAN и диффузионные) создают реалистичные заменённые лица, сохраняющие позу, выражение и фон кадра; они демонстрируют наилучший компромисс между защитой личности и сохранением информативности.
- Российские достижения в распознавании лиц подтверждают возможность применения отечественных решений для анонимизации, однако важно соблюдать требования ФЗ- 152 и новых нормативных актов.
- Дальнейшие исследования должны быть направлены на интеграцию анонимизации в информационные системы и формирование стандартов оценки её эффективности.

Список источников

1. Столбов А.П. Обезличивание персональных данных в здравоохранении // Вопросы информационных технологий. 2017. №3. – С. 1–10;
2. Kung H.-W., Varanka T., Saha S. et al. Face Anonymization Made Simple. arXiv:2411.00762, 2024;
3. Русакович А.С. Алгоритм защиты информации при распознавании лица человека // Информационные технологии. 2019. №11. – С. 30–33;
4. Мосяев А.Е., Деева И.Ю. Анонимизация лиц на изображениях с использованием генерирующих нейронных сетей. Дипломная работа. СПбГУ ИТМО, 2020;
5. Правительство РФ. Постановление от 01.08.2025 № 1154 «Об утверждении требований к обезличиванию персональных данных, методов и правил обезличивания персональных данных» (КонсультантПлюс).

УДК 004 (публикация отозвана 22.09.2026)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ С ПОМОЩЬЮ ВНЕДРЕНИЯ CRM-СИСТЕМЫ

Ибрагимова Р.Х.,

студент 4-го курса «Бизнес-информатика»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: ibragimovaraminna@mail.ru

Болтукаев И.И.,

ассистент кафедры «Бизнес-информатика»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: is_b95@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается роль внедрения CRM-систем в оптимизацию бизнес-процессов предприятия. Анализируются основные этапы внедрения, преимущества и вызовы в процессе интеграции. Проведен обзор методов оценки эффективности внедрения, а также представлены примеры успешных кейсов. Работа демонстрирует, что использование CRM способствует повышению эффективности управления клиентской базой, улучшению коммуникаций и увеличению прибыли предприятия.

Ключевые слова: CRM, бизнес-процессы, автоматизация, управление клиентами, эффективность.

IMPROVING BUSINESS PROCESSES AT AN ENTERPRISE BY IMPLEMENTING A CRM SYSTEM

Ibragimova R.Kh.,

4th year student of "Business Informatics"

Kadyrov Chechen State University

Boltukaev I.I.,

assistant at the Department of "Business Informatics"

Kadyrov Chechen State University

Abstract. This article examines the role of CRM systems in optimizing enterprise business processes. It analyzes key stages of implementation, benefits, and challenges during integration. An effectiveness assessment methods overview is provided, along with examples of successful cases. The study shows that the use of CRM contributes to improving customer management, communication, and increasing the company's profitability.

Keywords: CRM, business processes, automation, customer management, efficiency.

Введение. Современные организации всё чаще полагаются на информационные технологии для усиления своей эффективности и устойчивости на рынке. Одним из ключевых решений, существенно влияющих на бизнес-процессы компании, является система управления взаимоотношениями с клиентами (CRM). Применение такой системы способствует автоматизации работы с клиентскими данными, укреплению контактов с покупателями и повышению качества сервиса.

Цель исследования — систематизировать подходы и этапы внедрения CRM-решений, оценить их влияние на операционную эффективность компании, а также выявить ключевые преимущества применения данной технологии для оптимизации производственных и административных процессов.

Методология. Теоретико-методологической базой исследования послужили системный анализ научных публикаций, материалы рецензируемых периодических изданий, а также изучение успешных практик внедрения CRM в российских и зарубежных компаниях. В рамках оценки эффективности применялись методы сравнительного анализа, позволяющие количественно и качественно интерпретировать влияние CRM на стратегические и тактические параметры деятельности предприятия.

Основные этапы исследования:

- рассмотрение теоретических основ CRM и принципов организации бизнес-процессов;
- анализ существующих методик оценки эффективности внедрения CRM-систем;
- разбор практических кейсов внедрения CRM в различных отраслях;
- формулирование предложений по повышению эффективности организационных процедур на базе CRM-инфраструктуры.

Основная часть. Современная экономика характеризуется высокой динамичностью бизнес-процессов, цифровизацией управленческих функций и возрастающими требованиями к эффективности принятия решений. В этих условиях информационные системы становятся ключевым инструментом управления организацией, обеспечивая комплексную автоматизацию и оптимизацию деятельности. Среди наиболее распространённых типов информационных систем, применяемых в бизнесе, выделяются CRM, ERP, CMS и системы поддержки клиентов. Каждая из них выполняет определённые функции, направленные на повышение конкурентоспособности и управляемости предприятия. CRM представляет собой специализированный программный комплекс, предназначенный для оптимизации взаимодействия организации с клиентами. Система обеспечивает сбор, систематизацию и аналитическую обработку данных о потребителях, что способствует более глубокому пониманию их предпочтений и повышению уровня персонализации предоставляемых услуг.

Основные функции CRM-систем включают:

- Управление клиентской базой. Хранение и актуализация контактных данных, история взаимодействий, сегментация клиентов.
- Автоматизация продаж. Контроль воронки продаж, прогнозирование спроса, управление сделками.
- Маркетинговая аналитика. Планирование и оценка эффективности рекламных кампаний, персонализация предложений.
- Поддержка клиентов. Ведение обращений, контроль SLA, учёт обращений через различные каналы связи.

На российском рынке популярными являются как зарубежные, так и отечественные CRM-решения: 1C:CRM, Битрикс24, МойСклад, RegionSoft CRM, FreshOffice, AmoCRM а также решения международных разработчиков (Salesforce, HubSpot, Zoho CRM).

Этапы внедрения CRM-системы. Интеграция CRM в деятельность организации представляет собой многоступенчатый процесс. На начальной стадии осуществляется диагностика текущих бизнес-задач и регламентов рабочих процессов. Далее производится подбор программного продукта с учетом технической совместимости и архитектуры ИТ-инфраструктуры компании. Последующий этап включает обучение персонала работе с новым инструментарием. Затем запускается пилотная версия системы с целью тестирования функциональности и выявления недостатков. После успешного завершения опытной эксплуатации система масштабируется на все подразделения. Важным условием долгосрочной эффективности является регулярное техническое сопровождение и обновление платформы в соответствии с изменяющимися бизнес-потребностями.

Влияние CRM на операционную деятельность. Применение CRM-системы оказывает значительное влияние на результативность бизнеса, что выражается в упорядочивании информационных потоков и унификации процедур, ускорении доступа к актуальным данным, устранении межведомственных барьеров, сокращении доли рутинного труда за счет автоматизации, повышении наблюдаемости ключевых показателей деятельности. Благодаря единой базе данных сокращается время поиска информации, минимизируются дублирование записей и ошибки ввода, оптимизируется межфункциональное взаимодействие. Автоматизация стандартных операций позволяет снизить операционную нагрузку на сотрудников и повысить качество выполнения должностных функций. Кроме того, сквозной мониторинг показателей деятельности обеспечивает более высокий уровень управляемости и оперативность принятия решений.

Основные преимущества внедрения. Отмечается повышение общей продуктивности коммерческого блока, что способствует росту числа завершенных сделок в единицу времени. Наблюдается улучшение клиентского описания за счет сокращения времени обработки запросов и повышения качества обслуживания. Важным результатом является снижение количества ошибок и устранение избыточности в базах данных, что повышает достоверность информации. Указанные факторы в совокупности ведут к росту лояльности клиентов и увеличению финансовых показателей организации.

Критерии эффективности внедрения CRM. Эффективность внедрения CRM-системы оценивается по ряду параметров, включая скорость обработки обращений клиентов и качество реагирования, динамику выручки и объемов реализации, уровень клиентской удовлетворенности. Данные индикаторы позволяют определить степень достижения стратегических ориентиров и обосновать целесообразность дальнейшего развития CRM-инфраструктуры.

Оценка результативности внедрения. Результативность CRM-проекта определяется на основе таких показателей, как скорость обработки клиентских обращений, динамика продаж и прибыли, уровень удовлетворенности пользователей. Дополнительно учитывается экономия ресурсов на ведение и анализ клиентских данных.

Экономия средств на поддержание и анализ данных о клиентах Ключевые метрики эффективности (KPI):

КPI	Описание
Время отклика	Среднее время реакции на запрос клиента
Объем продаж	Итоговые показатели продаж после внедрения
Уровень удержания клиентов	Процент повторных покупок/востребованных клиентов
Затраты на маркетинг	Изменения в расходах на маркетинговые кампании

Основные выводы и ожидаемые результаты:

- внедрение CRM обеспечивает автоматизацию и повышение эффективности ключевых бизнес-процессов;
- усиливается контроль за операционной деятельностью и повышается прозрачность рабочих потоков;
- качественно улучшается коммуникация с клиентами, что способствует росту приверженности бренду;
- в долгосрочной перспективе наблюдается устойчивая положительная динамика финансовых показателей и усиление рыночных позиций организации.

Заключение. В условиях активного развития электронной коммерции и роста конкуренции в интернет-торговле особое значение приобретает грамотная организация взаимодействия с клиентами. Современные технологии управления взаимоотношениями с клиентами (CRM-системы) позволяют повысить эффективность коммуникаций, упростить обработку заказов, обеспечить персонализированный подход и увеличить прибыль предприятия. Интеграция CRM-платформы представляет собой стратегически значимое направление цифровой трансформации бизнеса. Реализация подобных проектов способствует автоматизации повторяющихся операций, повышению прозрачности внутренних процессов, ускорению выработки управленческих решений и улучшению стандартов клиентского сервиса. При условии адаптации системы к особенностям конкретной организации достигается существенный прирост производительности труда, укрепляется клиентская лояльность и повышается финансовая устойчивость.

Список источников

1. Абрамов, И. А. CRM-системы в электронной коммерции: современное состояние и перспективы развития // Вестник информационных технологий. 2023. № 2. – С. 45–52.
2. Алексеева, М. И. Управление продажами и клиентским опытом в цифровой среде. – Москва: ИНФРА-М, 2022. – 214 с.
3. Аникин, Б.А. Информационные технологии в управлении предприятием. Санкт-Петербург: Питер, 2021. – 368 с.
4. Астахов, Д.Н. Информационные системы и технологии в экономике. – Москва: Юрайт, 2022. – 412 с.
5. Битрикс24. CRM для бизнеса: тарифы и возможности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bitrix24.ru>
6. Блинов, А.О. Управление взаимоотношениями с клиентами (CRM) как элемент цифровизации бизнеса // Экономика и управление: проблемы, решения. 2023. № 4. – С. 37–44.

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ
УГЛЕРОДНЫМ ЦЕНООБРАЗОВАНИЕМ****Ташуев С.Ш.,**

студент 1-го курса магистратуры «Бизнес-информатика»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
e-mail: t4shuev@gmail.com

Визаева К.В.,

студент 4-го курса «Бизнес-информатика»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
e-mail: carinayshn@gmail.com

Батаева П.С.,

доцент кафедры «Бизнес-информатика»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
e-mail: naurhanova09@mail.ru

Аннотация. Переход к углеродно-нейтральной экономике посредством внедрения системы контроля углерода предполагает совершенно новые вызовы для производств, ориентированных на международный экспорт. В статье анализируются механизмы и архитектура, цифровая инфраструктура мониторинга, отчетности и верификации выбросов (MRV). В рамках работы рассмотрено внедрение начиная от IoT-сенсоров и MES/SCADA-систем до блокчейн-платформы и digital twins производств, обеспечивающих автоматизированную работу в соответствии с мировыми требованиями в области регулирования углеродных выбросов. Также приведена расширенная эконометрическая модель, интегрирующая IT-эффекты.

Ключевые слова: углеродный налог, цифровизация, CBAM, блокчейн, экспорт, искусственный интеллект.

INFORMATION TECHNOLOGY IN CARBON PRICING MANAGEMENT**Tashuev S.Sh.,**

1st year master's student «Business Informatics»
Kadyrov Chechen State University

Vizaeva C.V.,

4th year student of «Business Informatics»
Kadyrov Chechen State University

Bataeva P.S.,

Associate Professor, Department of «Business Informatics»
Kadyrov Chechen State University

Abstract. The transition to a carbon-neutral economy through the introduction of a carbon control system poses completely new challenges for industries focused on international exports. The article analyzes the mechanisms and architecture, digital infrastructure of monitoring, reporting and verification of emissions (MRV). The work examines the implementation of everything from IoT sensors and MES/SCADA systems to blockchain platforms and digital twins productions that ensure automated operation in accordance with global requirements in the field of carbon emissions regulation. An extended econometric model integrating IT effects is also provided.

Keywords: carbon tax, digitalization, CBAM, blockchain, export, artificial intelligence.

Углеродный налог – это фискальный инструмент, который устанавливает цену за единицу эмиссий углекислого газа (например, за тонну CO₂). Принцип прост: чем больше выбросов, тем выше налог. Его действие распространяется либо на эмиссии на территории страны, либо на выбросы, связанные с производством определённых товаров. Налог может быть универсальным или дифференцированным по отраслям, с льготами для уязвимых секторов. Основная экономическая логика – сделать выбросы дорогостоящими и тем самым стимулировать переход на более чистые технологии и энергоэффективность [3].

Последнее десятилетие ознаменовалось глобальным переходом к климатической политике, в центре которой – механизм регулирования углеродного ценообразования. К концу 2024 года 39 экономик внедрили различные формы контроля за углеродным потреблением, в то время как международная система торговли выбросами (ETS) охватывает порядка 28% выбросов. Однако развертывание этих принципов происходит неодинаково, что порождает большие различия в издержках производства между теми, кто работает с принципиальными климатическими требованиями и теми, у кого подобные регулирования отсутствуют.

СВАМ это стандарт, который с 1 января 2026 года обязывает импортеров энергоемких товаров – стали, алюминия, цемента, удобрений, водорода и электроэнергии – предоставлять детализированную цифровую отчетность по прямым и косвенным выбросам (Score 1–3), рассчитанную по стандартам системы торговли квотами. Цифровая трансформация не только обеспечивает координацию с СВАМ, но и создает новые конкурентные преимущества: ИИ-модели прогнозируют динамику цен на сертификаты (€87–90 за тонну CO₂ в 2026 году с ростом к 100€+ к 2030 году), digital twins производства моделируют сценарии декарбонизации, а API-интеграции автоматизируют транзакции, снижая транзакционные издержки на 60–70%.

ИТ здесь решают ключевые проблемы: разделение стандартов, волатильность цен и мошенничество с кредитами [6].

В настоящее время наиболее актуальными и эффективными инструментами в вопросе углеродного налога можно выделить:

- Блокчейн и DLT (технология распределенного реестра);
- Большие данные и аналитика;
- Искусственный интеллект в прогнозировании;
- IoT и реального времени мониторинг;
- Цифровые платформы и реестры.

Блокчейн стандартизирует глобальные реестры. Он вместе с распределенными реестрами данных (DLT) формирует основу цифровой инфраструктуры углеродных рынков, гарантируя неизменность записей о квотах, кредитах и транзакциях. Смарт-контракты автоматически исполняют сделки: при превышении лимита квота сжигается или продается, минимизируя человеческий фактор и мошенничество, которое в прошлом достигало 10% в некоторых схемах. Проекты вроде Toucan Protocol предоставляют инфраструктуру Web3, она работает в сфере возврата финансов (ReFi) и предназначена для переноса углеродных кредитов на блокчейн. Это позволяет делать кредиты доступными для децентрализованных финансов (DeFi) и обеспечивает прозрачность на рынке. IBM Hyperledger Fabric применяется для цепочек поставок, отслеживая всё от добычи до потребителя.

Платформа благодаря своему открытому исходному коду позволяет создавать корпоративные блокчейн-приложения с разграниченным доступом, архитектурой из разных модулей и поддержкой отдельных частных каналов. Такая модель отлично подходит для большой экосистемы с разными вводными, для быстрого изменения при необходимости и обеспечения высокого уровня защиты. Реализация защиты становится возможной за счет смарт-контрактов на общих языках программирования, автоматизация бизнес-логики с высокой степенью безопасности и доверия подходит для управления цепями поставок, финансов и других корпоративных задач [5].

Преимущества блокчейна многоуровневые: прозрачность для стейкхолдеров (инвесторы видят аудиторский след), снижение транзакционных издержек на 30–50% за счет автоматизации, глобальная совместимость, к примеру, ETS Китая и Евросоюза. IoT-датчики напрямую записывают данные в блокчейн, исключая подделки. Однако ограничения тоже существенные: энергозатраты, масштабируемость до 1000 в публичных сетях и регуляторные барьеры разных стран. Решение – гибридные модели с off-chain хранением, то есть не в блокчейне, а традиционных базах данных. В 2026 году ожидается стандартизация всего этого для углеродных активов.

Big Data оперируют петабайтами информации из спутников, сенсоров, ERP-систем и публичных баз, формируя основу для точного мониторинга, отчетности и верификации. ERP

представляет собой программное обеспечение для автоматизации и интеграции процессов: финансов, производства, закупок. Используя общую базу данных, она объединяет все отделы, устраняет ошибки и обеспечивает руководство актуальной аналитикой для принятия управленческих решений в реальном времени. Аналитические платформы вроде «Palantir Foundry» или «Google Cloud BigQuery» обрабатывают данные, выявляя аномалии: утечки метана на свалках или неучтенные выбросы в цепочках поставок. Есть практика использования системы «Earth Engine» в Америке для мониторинга лесных поглотителей, корректируя цены кредитов с погрешностью меньше 5%, а в Индии платформы анализируют сельхозэмиссию для 1,4 млрд человек.

Машинное обучение делит на кластеры источники выбросов, оптимизируя ценообразование: динамические налоги растут при пиковых нагрузках. Точность прогнозов достигает 85–90%, стабилизируя рынок волатильность снизилась на 40% после внедрения. Основной вызов здесь это качество данных, которое нужно постоянно повышать и объем, терабайты информации ежедневно. Для этого необходимо обучение на постоянной основе, при этом без передачи данных.

Искусственный интеллект, особенно глубокие нейросети LSTM – с долгой краткосрочной памятью предназначенная для прогнозирования и GAN – обучающаяся за счет другой нейросети, моделирует сценарии декарбонизации, прогнозируя цены квот с учетом ВВП, энергетики и геополитики. Промышленные алгоритмы анализируют исторические торги (EEX, ICE), предсказывая пики.

Генеративный ИИ (типа GPT для симуляций) тестирует "что, если": влияние водородной экономики на цены. Точность больше 90% при гибридных моделях, когда ИИ и эксперты работают вместе. Проблемы здесь занижение данных и высокая интенсивность, при обучении тратит 100 Мвт на GPU.

IoT-решения комплекс взаимосвязанных или отдельных устройств подключенных в единую локальную, региональную или разграниченную сеть. В целях снижения углеродного следа могут использоваться более точные и дорогие версии, включая использование датчиков для аналитики в реальном времени и оптимизации энергопотребления, управления ресурсами и мониторинга выбросов. Ключевые технологии включают «умные» термостаты, автоматизированное освещение, мониторинг промышленных станков, «умные» сети и предиктивное обслуживание, что помогает сократить выбросы в ЖКХ, транспорте и производстве.

Основные направления IoT:

- Умное управление энергопотреблением;
- Умные здания;
- Промышленный интернет вещей (IoT);
- Умный транспорт и логистика.

IoT-устройства (сенсоры CO₂, flowmeters) на заводах, транспорте и фермах собирают данные с частотой секунды, снижая ошибки отчетности с 15–20% до 2%. Платформы Siemens MindSphere управляют миллиардами точек, автоматизируя штрафы в ETS: превышение — мгновенный вычет. В Китае CBAM-IoT синхронизирует трансграничный учет, повышая цены импорта на 10–15% для углеродоемких товаров.

5G/6G обеспечивают задержка в 1 мс, для работы динамического ценообразования: квоты дорожают на 20% при пиках. Интеграция с дронами и спутниками покрывает удаленные зоны. Организация бесперебойной работы требует наличие резервных сетей, защиту от DDoS на сети, правильный расчёт энергопотребления устройств и соблюдение стандартов беспроводной связи LoRaWAN, NB-IoT. Поэтому так важно организовать zero-trust архитектуру, которую требует аутентификации каждого запроса. Как итог помимо энергосбережения 10–15% в реальном времени, возможно масштабирование до 50 млрд устройств к 2030.

Последний этап во всей этой цепи – это создание единой цифровой платформы и работа в одном реестре. Поначалу крупные экспортеры в силу удобства могут использовать собственные разработки, а часть стран сослаться на более продвинутую ИТ базу.

Экономическая составляющая от внедрения ИТ в этом направлении носит неоднозначный эффект, характерен высокий разброс.

Таблица 1

Влияние на отрасли

Отрасль	Углеродоёмкость производства	Чувствительность к налогу	Основные риски	Потенциал адаптации
Металлургия	Очень высокая	Высокая	Рост себестоимости, потеря рынков	Внедрение водородных и электродуговых технологий
Нефтегазовый сектор	Высокая	Средневысокая	Снижение спроса, углеродные пошлины	Снижение утечек, CCS, низкоуглеродный газ
Химическая промышленность	Средняя	Средняя	Рост цен на сырьё и энергию	Энергоэффективность, «зелёная» химия
Машиностроение	Низкая	Низкая	Косвенный рост цен на материалы	Повышение энергоэффективности, инновации
Угольная промышленность	Крайне высокая	Очень высокая	Падение экспорта, закрытие шахт	Диверсификация, региональная поддержка

В случае с Россией, где доля ВВП от сырья колеблется в 15-20% нужно лучше учитывать структурные особенности экономики. Россия — крупный экспортер нефти, газа, угля, металлов и удобрений. Большая доля валютных поступлений формируется именно за счёт этих товаров. Экспортно-ориентированная модель делает страну уязвимой к изменениям правил торговли и экологического регулирования на внешних рынках [1].

В вопросе цифровизации платформы в виде RFID-меток + GIS-логистика сегментируют "низкоуглеродные" партии, повышая точной каждой доли экспорта на 18–25%. Национальная ГИС углеродного учета обеспечит автоматизированный обмен с СВМ-порталом ЕС, минимизируя задержки на 90% [2].

Из возможных последствий наиболее очевидно выделяются:

- снижение конкурентоспособности сырьевого экспорта: при ужесточении требований к углеродному следу импортёры будут требовать либо компенсаций, либо покупать более «чистые» альтернативы;
- давление на металлургию и химическую промышленность: рост издержек приведёт к потере части рынков и необходимости инвестиций в декарбонизацию;
- изменение структуры инвестиций: капитальные вложения будут перетекать в обезуглероженные проекты и энергоэффективные технологии.

Риски включают падение валютных доходов, сокращение рабочих мест в уязвимых секторах и потенциал для напряжённости в регионах, зависящих от добычи и переработки ископаемого топлива. В то же время декарбонизация открывает возможности: экспорт технологий по снижению выбросов, развитие зелёной генерации, расширение рынков для «низкоуглеродной» продукции и создание новых рабочих мест в секторах с добавленной стоимостью.

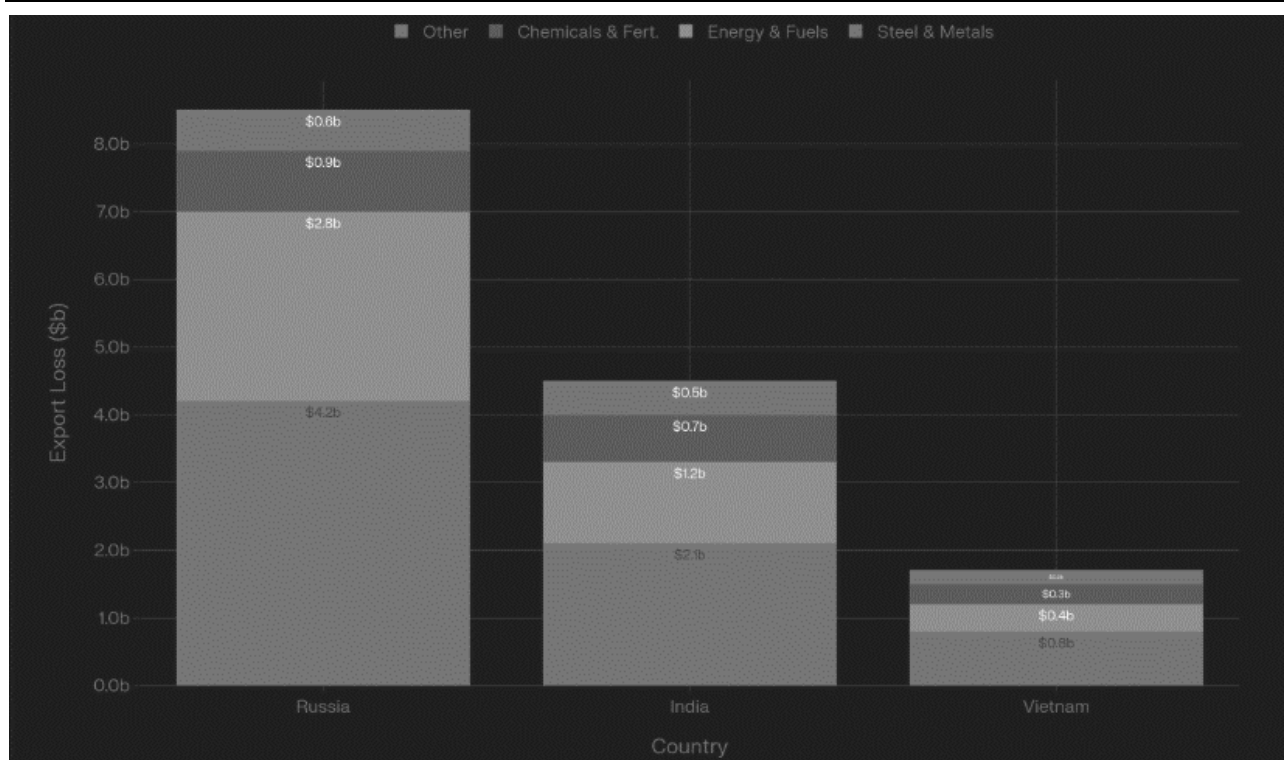


Рис. 1. Затраты в разбивке по странам и ресурсам.

Индия как один из крупнейших экспортеров стали обратил внимание на оценку Центра стратегических и международных исследований (CSDS), что СВМ создает среднее налоговое бремя в 25% стран на большинство экспортных товаров. Для экономики Индии в целом это эквивалентно потерям в размере 0,05% от ВВП в постепенной тенденции, однако для отраслей промышленности (сталь, алюминий) потери выше.

Введение углеродного финансового потока прямо повышает себестоимость товаров с высокой углеродной экономикой. Степень этого повышения зависит не от ИТ напрямую, а от трех факторов: уровня налога на углеводороды, уровня пошлины на сырье и налога на углеводороды в стране-производителе.

Для расчета эффекта используется следующая формула:

$$\Delta C = t \times e \times (1 - \alpha)$$

где:

ΔC — прирост себестоимости продукции, вызванный введением налога;

t — ставка углеродного налога (€/тонна CO_2);

e — углеродная экономическая продукция (тонны CO_2 на единицу продукции);

α — коэффициент, отражающий происхождение ранее уплаченного углеродного налога в стране.

Одними из первых действий для России выделяют:

- постепенное и предсказуемое введение налогов: резкие изменения опасны для экспортёров;
- целевые инвестиции в декарбонизацию ключевых отраслей: поддержка металлургии, химии и энергетики через гранты, льготные кредиты и налоговые стимулы;
- развитие экспортных «зеленых» и ИТ кластеров: создание условий для выпуска низкоуглеродной продукции и её продвижения на международных рынках;
- участие в международных механизмах: активное участие в переговорах по СВМ и другим механизмам, чтобы защищать национальные интересы и добиваться взаимного признания стандартов;
- поддержка научных исследований и обучение кадров для новой экономики.

Страны с высокой долей угля в энергобалансе (например, Индия, Польша и исторически Россия) имеют значительно более высокий уровень углеводородного развития электроэнергетики — около 0,50 тонн CO₂/кВтч, по сравнению с ЕС (0,20 тонн CO₂/кВтч) и США (0,37 тонн CO₂/кВтч).

Что касается возраста промышленных фондов, то развитые страны в большей степени модернизировали свою производственную деятельность, внедрив более эффективные технологии. Они часто владеют более старыми фондами с более высокой индивидуальной производительностью.

В условиях этой краткосрочной политики компании, столкнувшиеся с повышением издержек, часто не могут полностью переложить затраты на потребителей, поскольку цены задаются конкурентным рынком. Вместо этого они сталкиваются с трудностями выбора: либо сократить маржу прибыли, либо сократить объемы продаж.

Исследования предполагают, что в переходный период (2026-2030 гг.) экспортеры будут снижать цены на 15-22%, чтобы сохранить свою рыночную долю в рынке. Это означает величину прибыли и рентабельности.

Однако компании с большей рыночной властью (монопольными позициями или долгосрочными контрактами с ключевыми клиентами) могут частично переложить затраты на потребителей, сохраняя при этом маржу. Это относится, в частности, к производителям специализированных материалов или компаниям, контролирующим важные сырьевые цепи [4].

Иной путь развития, дорогой и при этом необходимый это инвестиции компаний и стран в технологии, снижающие углеводородное развитие производство. Основные направления включают в себя:

Переход на возобновляемую мощность. Для электроемких производств (алюминий, электрохимия) переход с угольной генерации на ветровую, солнечную или гидроэнергетику может снизить переход на 80-90%. Однако такой переход требует больших капитальных вложений и предполагает перемещение производства в регионы с хорошей ресурсной базой для возобновляемых источников.

Производство на основе электролиза. Водород, полученный путем электролиза воды с использованием возобновляемой электроэнергии («зеленый водород»), может заменить ископаемый водород при производстве стали, удобрений и других товаров. Компания ArcelorMittal, один из крупнейших мировых производителей, начала активно инвестировать в стандарт производства, введенный в эксплуатацию в Великобритании (проект HYBRIT совместно с SSAB и Vattenfall).

Совершенствование технологических процессов. Модернизация существующих производственных границ для повышения энергоэффективности — замена старого оборудования, оптимизация процессов, рекуперация тепла.

Циклическая экономика и материальное замещение. Для стали это включает увеличение доли переработанного бруса с помощью электродуговых печей (ЭДП), которые производят сталь с выбросами на 60% ниже, чем доменные печи.

Отдельного внимания заслуживает формирование технологических кластеров, объединяющих научные центры, инжиниринговые компании и промышленные предприятия, специализирующиеся на разработке и выпуске оборудования для низкоуглеродной экономики. Поддержка таких кластеров способствует концентрации компетенций, ускоряет обмен технологиями и создаёт основу для появления высокотехнологичных производств с высокой добавленной стоимостью.

Социальный блок политики перехода включает программы обучения и переобучения кадров на региональном уровне. Они ориентированы на формирование квалифицированной рабочей силы для «зелёной» индустрии и смягчение негативных последствий структурных изменений для занятости. Инвестиции в человеческий капитал позволяют обеспечить устойчивость реформ и повысить их общественную поддержку.

В заключение, углеродные законы и механизмы, подобные СВМ, представляют собой не просто инструменты климатической политики, а трансформацию глобальной экономической системы. Вопрос насколько он будет способствовать решению проблемы остается открытым. Для экспортно-ориентированных отраслей это очередной вызов: научиться быстро адаптироваться к новым правилам игры и инвестировать в технологии будущего. Россия может превратить вызов в возможность, сделав ставку на модернизацию, развивая экспорт высокотехнологичной и низкоуглеродной продукции, а также углубляя международное сотрудничество.

Углеродный налог способен стать мощным инструментом перелома в сторону устойчивого развития, но без продуманной политики перехода, в частности правильной интеграции процессов в ИТ, он рискует нанести ущерб производствам, отраслям и экономике в целом. Выбор стратегии внедрения — постепенность, целевые компенсации, стимулирование инвестиций и международная координация — определит, будет ли налог служить барьером или стимулом для роста в мировой экономике.

Список источников

1. Бозо Н.В. Макроэкономика: учебник / Бозо Н.В. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2022. – 128 с. – ISBN 978-5-7782-4580-8. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/126564.html>
2. Косоруков, А.А. Цифровизация государственного управления: учебное пособие / А.А. Косоруков. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2023. – 242 с. – ISBN 978-5-4497-1785-6. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/123297.html>
3. Мировая экономика: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям «Финансы и кредит», «Бухгалтерский учет, анализ и аудит», «Мировая экономика» / Ю.А. Щербанин, Е.В. Зенкина, П.И. Толмачев [и др.]; под редакцией Ю. А. Щербанина. – 5-е изд. – Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2023. – 503 с. – ISBN 978-5-238-03272-6. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/141600.html>
4. Развитие государства, общества и экономики в условиях современных вызовов: проблемы и перспективы: материалы международной научно-практической конференции 2-3 апреля 2024 г / С.А. Ворошкевич [и др.]. – Тула: Тульский филиал РАНХиГС, 2024. – сурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/150575.html>
5. Сабыржан А. Блокчейн-технологии в бизнес-процессах: учебное пособие / Сабыржан А. – Алматы, Москва: EDP Hub (Идипи Хаб), Ай Пи Ар Медиа, 2026. – 209 с. – ISBN 978-5-4497-5025-9. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/156319.html>
6. Седых, Ю. И. Информационные технологии: учебно-методическое пособие для СПО / Ю. И. Седых, В. В. Кургасов. – 2-е изд. – Липецк, Саратов: Липецкий государственный технический университет, Профобразование, 2025. – 119 с. – ISBN 978-5-00175-330-8, 978-5-4488-2739-6. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/156991.html>

ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОДВИЖЕНИЯ ТУРИСТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Дулдаева Х.Ш.,

студент 4-го курса «Бизнес-информатика»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: informatika.biznes@inbox.ru

Батукаева А.Р.,

Старший преподаватель кафедры «Бизнес-информатика»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: adjoli_84@mail.ru

Аннотация. Цифровые платформы культурного наследия играют решающую роль в сохранении наследия и улучшении туристического опыта Чеченской республики. Однако сложность проектирования таких платформ заключается в поиске баланса между виртуальностью и аутентичностью для оптимизации туристического опыта. Способ сочетания элементов дизайна платформы (включая виртуальные и аутентичные элементы) оказывает значительное влияние на когнитивные реакции и опыт туристов. В частности, согласованность между виртуальными и аутентичными элементами является ключевым фактором, влияющим на когнитивную беглость пользователей. Предполагается, что комбинации с высокой степенью согласованности сигналов могут повысить когнитивную беглость пользователей, тем самым углубляя эффект погружения и, в конечном итоге, увеличивая намерение посетить объект лично. Данное исследование предоставляет теоретическую основу для практического проектирования цифровых платформ культурного наследия, направленных на улучшение эффекта погружения на онлайн-платформах и, следовательно, на повышение готовности туристов к посещениям в офлайн-режиме.

Ключевые слова: Чеченская Республика, цифровизация туризма, туристическая платформа, продвижение региона, цифровые технологии, региональный туризм, «Туризм 4.0».

THE DIGITAL PLATFORM AS AN INSTRUMENT FOR PROMOTING THE TOURIST POTENTIAL OF THE CHECHEN REPUBLIC

Duldaeva Kh.Sh.,

4th year student of "Business Informatics"

Kadyrov Chechen State University

Batukaeva A.R.,

Senior Lecturer, Department of Business Informatics

Kadyrov Chechen State University

Abstract. Digital cultural heritage platforms play a crucial role in preserving heritage and enhancing the tourist experience in the Chechen Republic. However, the challenge in designing such platforms lies in finding a balance between virtuality and authenticity to optimize the tourist experience. The way platform design elements (including virtual and authentic elements) are combined significantly influences tourists' cognitive responses and experiences. In particular, the consistency between virtual and authentic elements is a key factor influencing users' cognitive fluency. It is hypothesized that combinations with a high degree of cue consistency can enhance users' cognitive fluency, thereby deepening the immersive experience and ultimately increasing their intention to visit the site in person. This study provides a theoretical basis for the practical design of digital cultural heritage platforms aimed at enhancing the immersive experience on online platforms and, consequently, increasing tourists' willingness to visit offline.

Keywords: Chechen Republic, digitalization of tourism, tourism platform, regional promotion, digital technologies, regional tourism, "Tourism 4.0".

Введение. Чеченская Республика обладает концентрированным набором активов: горные ландшафты (Аргунское ущелье, озера Кезеной-ам), богатейшая история (башенные комплексы, например, в селе Хой), современная архитектура Грозного («Сердце Чечни», Грозный-Сити) и живая этнокультурная традиция. Однако продвижение сталкивается с двумя ключевыми барьерами: имиджевый разрыв и информационная фрагментация. Традиционные

каналы продвижения здесь недостаточны. Требуется инструмент, способный вести непрерывный визуальный и содержательный диалог с потенциальным гостем, постепенно формируя многогранный, привлекательный и достоверный образ.

Актуальность темы обусловлена необходимостью формирования единого цифрового пространства, объединяющего информацию о достопримечательностях, инфраструктуре и услугах региона. Это обеспечит охват широкой аудитории, персонализацию предложений и повышение качества обслуживания туристов.

Цифровая платформа для культурного наследия играет решающую роль в сохранении наследия и улучшении впечатлений посетителей. Хорошо разработанная цифровая платформа для культурного наследия не только поможет туристам получить ключевую информацию об основных достопримечательностях до их посещения, но и предоставит новые виды взаимодействия с ними. Она позволит региону самостоятельно, в обход медийных фильтров, создавать и транслировать собственный многомерный образ.

Платформа предусматривает модуль «Цифровой архив», куда загружаются оцифрованные материалы (фотографии, документы, аудиозаписи устных историй), ранее недоступные широкой аудитории. Это превращает платформу из коммерческого сервиса в элемент сохранения культурного наследия.

Современные исследования потребительского поведения в туризме фиксируют смещение доверия от официальных источников к нефилтрованным отзывам реальных путешественников. В контексте Чеченской Республики, где имиджевые стереотипы сохраняют инерционность, пользовательский контент приобретает особую значимость.

Проектируемая платформа внедряет трехуровневую систему верификации отзывов:

1. **Автоматическая верификация** — подтверждение факта бронирования и посещения объекта через транзакционные данные платформы (чек-ин, оплата).
2. **Модерация контента** — исключение деструктивных высказываний и заведомо ложных сведений с сохранением критических, но конструктивных отзывов.
3. **Стимулирование активных авторов** — программа лояльности «Хранители наследия», предусматривающая начисление баллов за загрузку фото, написание развернутых отзывов, создание видеоотчетов.

Методы исследования и разработки:

- **Системный анализ и моделирование:** изучение текущего туристического потенциала ЧР, целевой аудитории и конкурентной среды.
- **UX/UI-проектирование:** разработка пользовательских сценариев (Customer Journey Map), прототипирование интерфейса для удобного поиска маршрутов и достопримечательностей.
- **Методы цифрового маркетинга (Digital-маркетинг):** внедрение инструментов SEO, SMM и таргетированной рекламы для привлечения пользователей.
- **Анализ пользовательского контента (UGC):** интеграция отзывов и фото, созданных туристами.

Результаты:

- Разработана структура и функционал цифровой платформы, включающей интерактивную карту, модули бронирования жилья/экскурсий и «цифровой гид».
- Создан прототип платформы, ориентированный на специфику Чеченской республики (экотуризм, культурное наследие).
- Сформирована стратегия продвижения с использованием таргетированной рекламы и вовлечением пользовательского контента (Вконтакте, Telegram).

В отличие от типовых решений, представленных на рынке туристических агрегаторов, предлагаемая платформа основывается на принципах нарративного дизайна. Демонстрация объектов туристического интереса в рамках данного подхода включает не только фактологическую информацию, но и репрезентацию этнокультурного контекста, включая исторические нарративы, легенды и визуальные реконструкции. Подобная методология конструирования контента позволяет нивелировать феномен «информационной

стерильности», характерный для многих современных приложений, и способствует формированию устойчивой эмоциональной аффилиации пользователя с регионом.

Выводы: Корректно спроектированная цифровая платформа, ориентированная на популяризацию культурного наследия, выступает ключевым фактором реализации потребительской ценности (для пользователя) и коммерческой эффективности (для поставщика услуг). Интеграция интерактивных технологий и механизмов работы с пользовательским контентом (UGC) существенно повышает уровень доверия со стороны потенциальных туристов и положительно коррелирует с ростом числа бронирований. Разработанное решение обеспечивает консолидацию разрозненных туристических предложений региона в единую, функционально интегрированную экосистему.

Список источников

1. Беликова, С.А. Основы HTML и CSS: проектирование и дизайн веб-сайтов: учебное пособие по курсу «Web-разработка» / С.А. Беликова, А.Н. Беликов. – Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2020. – 174 с. – ISBN 978-5-9275-3435-7. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/100186.html>
2. Майкл, Портер Конкурентная стратегия: методика анализа отраслей и конкурентов / Портер Майкл; перевод И. Минервин; под редакцией О. Нижельской. – 6-е изд. – Москва: Альпина Паблишер, 2020. – 456 с. – ISBN 978-5-9614-5752-0. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/93025.html>
3. Моделирование и анализ в информационном сервисе / О.Н. Лучко, В.А. Маренко, Е.В. Морарь, Р.Х. Зарипова. – Омск: Омский государственный институт сервиса, Омский государственный технический университет, 2024. – 117 с. – ISBN 978-5-93252-312-4. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/26686.html>
4. Пичурин, И.И. Основы маркетинга. Теория и практика: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям «Коммерция (торговое дело)», «Маркетинг» / И. И. Пичурин, О.В. Обухов, Н.Д. Эриашвили. – Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2021. – 383 с. – ISBN 978-5-238-02090-7. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/71036.html>
5. Полуэктова, Н.Р. Разработка веб-приложений: учебное пособие для вузов / Н.Р. Полуэктова. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 204 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-13715-6. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/519714>

ВЛИЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА БИЗНЕС-ПРОЦЕССЫ СОВРЕМЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Гузиева Э.Р.,

доцент кафедры «Бизнес-информатика»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: guzieva@mail.ru

Исраилов Р.У.,

студент 4-го курса «Бизнес-информатика»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: bi_14@mail.ru

Аннотация. В эпоху тотальной цифровой трансформации информационные системы превратились в ключевой драйвер эволюции бизнес-моделей. Они не просто автоматизируют рутину, а кардинально меняют ландшафт управления: минимизируют погрешности, кратнo ускоряют рабочие процессы и обеспечивают высочайшую точность аналитики. Сегодня информационная система — это фундамент для стратегических решений, опирающихся на данные в реальном времени. В фокусе данного исследования — глубинная трансформация операционных процессов, реинжиниринг логистических потоков, персонализация клиентского опыта и переход от интуитивного к прогностическому управлению.

Ключевые слова: информационные системы, бизнес-процессы, автоматизация, цифровая трансформация, управление предприятием, эффективность, интеграция.

THE IMPACT OF INFORMATION SYSTEMS ON BUSINESS PROCESSES OF MODERN ENTERPRISES

Guzieva E.R.,

Associate Professor, Department of Business Informatics

Kadyrov Chechen State University

Israilov R.U.,

4th year student of “Business Informatics”

Kadyrov Chechen State University

Abstract. In the era of total digital transformation, information systems have become a key driver of business model evolution. They do not merely automate routine tasks but fundamentally reshape the management landscape: minimizing errors, exponentially accelerating workflows, and delivering the highest level of analytical precision. Today, an information system serves as the foundation for strategic decisions grounded in real-time data. This study focuses on the profound transformation of operational processes, the reengineering of logistics flows, the personalization of customer experience, and the shift from intuitive to predictive management.

Keywords: information systems, business processes, ERP, CRM, digitalization, automation, implementation risks.

Введение. Бизнес-процессы компании представляют собой совокупность взаимосвязанных действий, которые направлены на создание ценности для потребителей и достижение стратегических целей организации. В условиях нарастающей конкуренции, глобализации и быстрого развития технологий оптимизация этих процессов становится крайне важной. Информационные системы, которые объединяют аппаратное обеспечение, программное обеспечение, данные и сети связи, служат основным инструментом для этой оптимизации. Их внедрение преобразует не только отдельные операции, но и всю бизнес-структуру, содействуя переходу от моделей управления, ориентированных на функции, к процессно-ориентированным подходам.

Информационные системы изменяют процессы, увеличивая их эффективность. Ниже приведена таблица с примерами:

Процесс	Традиционный способ	С использованием ИС (примеры)	Результат (данные)
Закупки	Ручное оформление заказов, задержки	EDI, управление цепочками поставок (1С:Логистика)	Снижение уровня запасов на 20-25%, ускорение процессов на 40%
Производство	Ручной мониторинг	MES, RPA, IoT	Увеличение производительности на 30%, качества продукции на 20%
Продажи	Оффлайн взаимодействие	CRM (Salesforce)	Рост объема продаж на 29%, повышение лояльности на 15%
Финансовый учет	Бухгалтерские записи	ERP (SAP FI)	Автоматизация отчетной деятельности, сокращение ошибок на 50%
Человеческие ресурсы	Бумажные резюме	Модули управления персоналом (SAP HR)	Онлайн-рекрутмент, обучение, сокращение затрат на 25% при найме

Автоматизация устраняет человеческий фактор, как в случае роботизированных систем, что увеличивает точность.

Преимущества внедрения информационных систем

Информационные системы способствуют управлению на основе данных:

- Снижение расходов: облачные платформы, такие как AWS и Azure, могут сократить затраты на инфраструктуру до 40%.
- Глобализация: онлайн-платформы способствуют расширению рынков, как в сфере электронной коммерции.
- Инновации: использование искусственного интеллекта для прогнозирования потребностей и блокчейн для повышения прозрачности.
- Удаленная работа: технологии VPN, VoIP и облачные решения поддерживают адаптивность в условиях пост-COVID.

Пример: Внедрение SAP на заводах в России (например, Лукойл и Сургутнефтегаз) позволило интегрировать все процессы, что сократило производственный цикл на 35%.

Вызовы и риски

Несмотря на преимущества, внедрение информационных систем связано с определенными рисками. Таблица положительных и отрицательных факторов:

Аспект	Положительные эффекты	Отрицательные эффекты	Меры минимизации
Финансы	Сокращение затрат на ресурсы	Большие инвестиции (окупаемость 1-3 года)	Пошаговое внедрение
Кадры	Обучение в онлайн-формате	Спротивление изменениям	Управление изменениями
Безопасность	Шифрование, мониторинг	Кибератаки, утечки данных	Использование VPN, проведение аудита
Информация	Быстрый анализ данных	Перенасыщение информацией	Инструменты бизнес-аналитики

Киберриски увеличиваются: 73% организаций сообщают о наличии угроз, которые требуют вложений в безопасность.

Методика совершенствования бизнес-процессов с использованием информационных систем

Быстрый метод (по источникам):

- Создание команды для улучшений (менеджеры и специалисты в области ИТ).
- ABC-анализ процессов для определения приоритетов.
- Анализ ликвидных активов (банковские учреждения, склады).
- Оптимизация с использованием EDI/ERP и управление рисками.

Заключение. Устойчивость современного предприятия определяется не столько объёмом активов, сколько способностью быстро перестраивать операционные контуры под изменяющиеся внешние условия. Информационные системы в этом контексте перестали быть вспомогательным ресурсом — они стали средой существования бизнеса. Однако распространённый в литературе подход, рассматривающий информационную систему как инструмент повышения эффективности, сегодня требует пересмотра.

Проведённый анализ позволяет утверждать, что влияние информационных систем на бизнес-процессы приобрело качественно иной характер. Информационные системы больше не являются надстройкой, повышающей скорость операций. Они стали фундаментом, определяющим саму возможность реализации процессного подхода. Перспективным направлением дальнейших исследований представляется изучение влияния генеративных нейросетей на процессы подготовки управленческих решений, а также трансформация роли человека в контуре «система — процесс — результат».

Список источников

1. Амхадов Д.И. Влияние инновационных технологий на B2B-рынок // ЧГУ. 2024.
2. Гугкаева, С.С. 1С: Бухгалтерия 8.3: учебник для вузов / С. С. Гугкаева, М.Р. Тускаева. – Москва: Прометей, 2024. – 254 с. – ISBN 978-5-00172-633-3. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/153675.html>
3. Гладких Т.В. Программирование на платформе 1С: Предприятие: учебное пособие / Гладких Т.В., Коробова Л.А., Толстова И.С. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2023. – 92 с. – ISBN 978-5-00032-634-3. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/132744.html>

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕНДЕНЦИИ ОФОРМЛЕНИЯ ВЕБ-САЙТОВ

Мальсагов Б.С.,

ассистент кафедры «Бизнес-информатика»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: informatika.biznes@inbox.ru

Магомадов С.З.,

студент 4-го курса «Бизнес-информатика»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: bi_14@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются ключевые современные тенденции и методы при оформлении веб-сайтов и в веб-дизайне. Анализируются такие подходы, как минимализм, адаптивная верстка и использование темных тем. Особое внимание уделяется пользовательскому опыту (UX) и интерфейсу (UI), а также внедрению новых технологий для удержания пользователя сайта.

Ключевые слова: Веб-дизайн, интерфейс, адаптивность, фронтенд, визуализация, минимализм, разработка веб-сайтов

MODERN METHODS AND TRENDS IN WEBSITE DESIGN

Malsagov B.S.,

Assistant of the Department of "Business Informatics"

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

Kadyrov Chechen State University

Magomadov S.Z.,

4th year student of "Business Informatics"

Kadyrov Chechen State University

Abstract. This article examines key modern trends and methods in website design and web development. Approaches such as minimalism, responsive design, and the use of dark themes are analyzed. Special attention is paid to user experience (UX) and user interface (UI), as well as the implementation of new technologies to retain website users.

Keywords: Web design, interface, responsiveness, frontend, visualization, minimalism, website development

Современный веб-сайт перестал быть просто электронной визиткой. Сегодня это полноценный канал коммуникации, инструмент продаж и точка контакта с аудиторией. В условиях высокой конкуренции за внимание пользователя качество оформления и удобство ресурса выходят на первый план. Успех цифрового продукта напрямую зависит от того, насколько быстро он загружается, насколько интуитивно понятна его навигация и насколько релевантна предлагаемая информация.

Одним из ключевых направлений последних лет остаётся минимализм. Эта философия дизайна строится на отказе от избыточных элементов в пользу функциональности. Использование «воздуха», сдержанной цветовой гаммы и лаконичной типографики позволяет снизить когнитивную нагрузку на посетителя и сконцентрировать его внимание на действительно важном — контенте или целевом действии. С прагматической точки зрения, минимализм помогает выстроить чёткую иерархию элементов, что положительно сказывается на конверсии.

Приоритет мобильных устройств (Mobile First). Смещение трафика в сторону смартфонов сделало адаптивность не преимуществом, а обязательным условием существования сайта. Подход Mobile First предполагает начало проектирования с малого экрана, что дисциплинирует дизайнера и разработчика: оставляется только самое важное, второстепенные детали уходят на второй план. Технически эта гибкость обеспечивается

современными инструментами вёрстки — в первую очередь Flexbox и CSS Grid, которые позволяют создавать «резиновые» макеты, корректно работающие на любом устройстве.

Тёмная тема как стандарт комфорта. Тёмный режим интерфейса из экспериментальной функции превратился в необходимый элемент качественного UX. Его популярность объясняется не только визуальной привлекательностью: для пользователя это снижение нагрузки на зрение при работе в условиях слабой освещённости и экономия заряда батареи на OLED-экранах. Кроме того, тёмная палитра добавляет интерфейсу глубины и ощущения «технологичности», что особенно востребовано в цифровых продуктах премиального сегмента.

Инклюзивность и этика в дизайне. Современный веб-дизайн всё чаще осмысливается как пространство, свободное от стереотипов. Инклюзивность проявляется в отказе от визуальных и языковых клише, которые могут транслировать неявные предубеждения. Это касается подбора иллюстраций, формулировок в интерфейсе и сценариев взаимодействия. Для образовательных и социально ориентированных платформ это особенно важно: визуальный язык сайта напрямую влияет на восприятие бренда и его ценностей.

Ещё один важный этический аспект — баланс между персонализацией и приватностью. С одной стороны, сбор поведенческих данных позволяет делать интерфейсы «умными» и удобными. С другой — излишняя прозрачность слежки вызывает у пользователей ощущение дискомфорта. Решением становится внедрение принципов «privacy-by-design»: дизайн-система должна визуализировать процессы обработки данных и давать человеку понятные инструменты управления своими согласиями. Всё чаще это рассматривается как маркер качественной цифровой среды.

Доступность для всех. Отдельного внимания заслуживает обеспечение равного доступа к информации для людей с ограниченными возможностями. Поддержка скринридеров, достаточная цветовая контрастность, возможность навигации с клавиатуры — эти элементы перестают быть опциями и переходят в разряд стандартов, закреплённых в том числе на нормативном уровне (стандарты WCAG).

Современное оформление сайтов невозможно рассматривать в отрыве от технологий разработки:

Микроанимация. Едва заметные реакции интерфейса (при наведении, клике, скролле) создают эффект «живого» диалога. Они не только радуют глаз, но и выполняют практическую функцию: снимают неопределенность, подтверждая пользователю, что система получила команду.

Трёхмерная графика. Благодаря развитию WebGL интеграция 3D-объектов в браузер перестала быть чем-то исключительным. Интерактивные сцены превращают просмотр страницы в исследование, что значительно увеличивает время пребывания на сайте и вовлекает пользователя.

Искусственный интеллект. Нейросети всё активнее применяются как для генерации контента (уникальные иллюстрации, макеты), так и для автоматизации рутинных задач, позволяя дизайнеру сосредоточиться на стратегических аспектах проекта.

В современном понимании веб-дизайн — это не просто «упаковка» контента, а полноценный инструмент маркетинга и лидогенерации. В связке UX и UI первый отвечает за логику и удобство, второй — за визуальную коммуникацию. Однако каким бы стильным ни был ресурс, он не достигнет цели, если пользователь не сможет быстро найти нужную функцию. Поэтому фундаментом любой разработки остается не субъективный вкус дизайнера, а глубокое понимание потребностей аудитории.

Перспективные направления развития веб-технологий. В среднесрочной перспективе прогнозируется интенсификация процессов автоматизации и интеграции систем искусственного интеллекта в контур веб-разработки. Современные инструменты, функционирующие на базе технологий глубокого обучения (в частности, специализированные кодовые модели, такие как CodeGPT), уже демонстрируют способность к генерации исполняемого кода на основе текстовых запросов. Данный подход позволяет перераспределить

ресурсы разработчика с рутинных операций на решение творческих и архитектурных задач, а также существенно сократить временные затраты на этапе отладки и поиска неисправностей. Параллельно с этим методы машинного обучения предоставляют инструментарий для проектирования адаптивных интерфейсов, способных динамически подстраиваться под паттерны поведения конкретного пользователя. Имплементация интеллектуальных рекомендательных систем обеспечивает персонализированную выдачу контента, что является ключевым фактором повышения потребительской лояльности и уровня вовлеченности аудитории.

Заключение. К 2026 году веб-разработка трансформируется в высокотехнологичную дисциплину с ускоренными темпами эволюции инструментальных средств. Ключевыми детерминантами, формирующими облик современных цифровых продуктов, выступят искусственный интеллект, архитектура прогрессивных веб-приложений (PWA), голосовые пользовательские интерфейсы и принципы модульности. Указанные тренды консолидируются вокруг достижения трех основных целей: оптимизация пользовательского опыта (UX), повышение производительности систем и обеспечение кибербезопасности. Организации, демонстрирующие высокую адаптивность к данным изменениям, займут лидирующие позиции в технологической гонке, получив возможность предлагать рынку наиболее эффективные и инновационные решения.

Список источников

1. Макарова Т.В. Веб-дизайн: учебное пособие / Макарова Т.В. – Омск: Омский государственный технический университет, 2023. – 148 с. – ISBN 978-5-8149-2075-1. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/58086.html>
2. Беликова С.А. Основы HTML и CSS: проектирование и дизайн веб-сайтов: учебное пособие по курсу «Web-разработка» / Беликова С.А., Беликов А.Н. – Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2020. – 174 с. – ISBN 978-5-9275-3435-7. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/100186.html>
3. Моргунов, А. В. Веб-технологии: практикум для СПО / А.В. Моргунов. – 2-е изд. – Саратов: Профобразование, 2026. – 116 с. – ISBN 978-5-4488-2662-7. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/155925.html>
4. Сычев, А. В. Теория и практика разработки современных клиентских веб-приложений: учебное пособие для СПО / А. В. Сычев. – 2-е изд. – Саратов: Профобразование, 2024. – 482 с. – ISBN 978-5-4488-1012-1. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/139765.html>

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОТРАСЛЯХ ЭКОНОМИКИ

Мусостова Д.Ш.,

*доцент кафедры экономики и экономической безопасности отраслей и предприятий
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»*

Мусостов З.Р.,

*ассистент кафедры государственного и муниципального управления
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»*

Кадымагомаева Р.А.,

*студент 4 курса направления «Бизнес-информатика»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
e-mail: bi_14@mail.ru*

Аннотация. В статье рассматриваются теоретические и практические аспекты интеграции информационных технологий в структуру современных отраслей экономики. Исследуется влияние цифровой трансформации на изменение организационно-экономических механизмов функционирования предприятий промышленного, финансового и торгового секторов. Анализируются особенности внедрения интеллектуальных производственных систем, автоматизации бизнес-процессов и формирования цифровых экосистем. Особое внимание уделяется выявлению институциональных барьеров и организационных факторов, определяющих траекторию технологического развития предприятий различных отраслей. Представлены результаты систематизации отечественного и зарубежного опыта применения информационных технологий в контексте повышения конкурентоспособности экономических субъектов и формирования устойчивых конкурентных преимуществ.

Ключевые слова: информационные технологии, цифровая трансформация, организационные инновации, производственные системы, бизнес-процессы, отраслевая структура, конкурентоспособность.

INFORMATION TECHNOLOGY IN ECONOMIC SECTORS

Musostova D.Sh.,

*Associate Professor, Department of Economics and
Economic Security of Industries and Enterprises
Kadyrov Chechen State University*

Musostov Z.R.,

*Assistant Lecturer, Department of Public and Municipal Administration
Kadyrov Chechen State University*

Kadymagomaeva R.A.,

*Fourth-year student, Business Informatics
Kadyrov Chechen State University*

Abstract. The article discusses the theoretical and practical aspects of integrating information technologies into the structure of modern economic sectors. It explores the impact of digital transformation on the organizational and economic mechanisms of industrial, financial, and commercial enterprises. The article analyzes the features of implementing intelligent production systems, automating business processes, and creating digital ecosystems. Special attention is given to identifying institutional barriers and organizational factors that determine the trajectory of technological development in various industries. The article presents the results of systematizing domestic and foreign experience in applying information technologies to enhance the competitiveness of economic entities and create sustainable competitive advantages.

Keywords: information technology, digital transformation, organizational innovation, production systems, business processes, industry structure, and competitiveness.

Введение. Современный этап развития мировой экономики характеризуется фундаментальными структурными изменениями, обусловленными широкомасштабным внедрением информационных технологий в производственную и управленческую деятельность хозяйствующих субъектов. Формирование нового технологического уклада,

основанного на конвергенции информационных, коммуникационных и производственных технологий, создает предпосылки для качественного преобразования отраслевой структуры экономики и возникновения принципиально новых форм организации экономической деятельности. Трансформация традиционных бизнес-моделей под воздействием цифровизации затрагивает не только технологические аспекты производственного процесса, но и институциональные основы функционирования рынков, механизмы координации экономических агентов и принципы распределения добавленной стоимости в цепочках создания ценности.

Теоретическое осмысление роли информационных технологий в экономическом развитии требует междисциплинарного подхода, интегрирующего достижения экономической теории инноваций, институциональной экономики и теории организации производства. Исследования в области технологических изменений, начатые в работах Й. Шумпетера о созидательном разрушении [5] и продолженные в концепциях технологических укладов С. Глазьева [1] и К. Перес [7], предоставляют методологическую основу для анализа долгосрочных трендов цифровой трансформации отраслей. В то же время институциональный подход, развиваемый в трудах Д. Норта [6] и О. Уильямсона [8], позволяет выявить факторы, определяющие скорость и направленность внедрения информационных технологий в различных институциональных средах и организационных контекстах.

Актуальность исследования определяется необходимостью формирования комплексного понимания механизмов влияния информационных технологий на трансформацию отраслевых структур, выявления закономерностей и противоречий процесса цифровизации, а также разработки научно обоснованных рекомендаций по повышению эффективности внедрения цифровых решений в практику управления предприятиями различных секторов экономики. Целью настоящей работы является систематизация теоретических подходов и эмпирических данных о применении информационных технологий в отраслях экономики с последующим выявлением ключевых тенденций, проблем и перспектив дальнейшей цифровой трансформации.

Трансформация промышленного производства под влиянием информационных технологий

Промышленный сектор переживает период глубоких структурных преобразований, связанных с переходом к парадигме интеллектуального производства, характеризующейся интеграцией физических производственных процессов с цифровыми технологиями управления и контроля. Концепция Индустрии 4.0, получившая широкое распространение в научной литературе и практике управления промышленными предприятиями, отражает качественно новый этап развития производственных систем, основанный на конвергенции киберфизических систем, интернета вещей, облачных вычислений и технологий искусственного интеллекта [2]. Данная трансформация затрагивает все уровни организации производства: от отдельных технологических операций до стратегического управления цепочками поставок и взаимодействия с потребителями конечной продукции. Ключевые направления применения информационных технологий в промышленном секторе систематизированы в табл. 1.

Таблица 1

Ключевые направления применения информационных технологий в промышленном секторе

Технологическая область	Организационные изменения	Экономические эффекты
Киберфизические системы и цифровые двойники	Интеграция проектирования и производства, виртуальные испытания	Сокращение цикла разработки продукции, снижение затрат на испытания
Интернет вещей и сенсорные сети	Распределенный мониторинг и управление, предиктивное обслуживание	Повышение коэффициента использования оборудования, минимизация простоев

Искусственный интеллект и аналитика данных	Автоматизация принятия решений, оптимизация процессов	Повышение точности планирования, улучшение качества продукции
Интегрированные информационные системы	Горизонтальная и вертикальная интеграция бизнес-процессов	Ускорение обработки заказов, снижение операционных издержек

Источник: составлено автором

Внедрение интеллектуальных производственных систем приводит к фундаментальному изменению организации производственного процесса, переходу от массового производства стандартизированной продукции к гибким производственным системам, способным обеспечивать кастомизацию продукции при сохранении экономии от масштаба. Киберфизические системы, объединяющие физическое производственное оборудование с программными средствами мониторинга и управления, позволяют осуществлять непрерывный контроль параметров производственного процесса, автоматическую корректировку режимов работы оборудования и предиктивное обслуживание на основе анализа данных о состоянии технических систем. Формирование цифровых двойников производственных объектов открывает возможности для виртуального моделирования и оптимизации производственных процессов, сокращения цикла разработки новой продукции и снижения рисков, связанных с внедрением инновационных технологических решений.

Особое значение в контексте цифровизации промышленности приобретает трансформация систем управления производством, переход от иерархических централизованных структур к распределенным сетевым формам организации, основанным на горизонтальной и вертикальной интеграции информационных потоков. Интеграция систем планирования ресурсов предприятия, управления производственными процессами и автоматизированного управления технологическим оборудованием создает единое информационное пространство, обеспечивающее согласованность оперативных решений на различных уровнях управления производством. Применение методов машинного обучения и анализа больших данных позволяет выявлять скрытые закономерности в производственных процессах, оптимизировать использование производственных мощностей и материальных ресурсов, а также повышать качество продукции за счет более точного контроля параметров технологического процесса [3].

Вместе с тем внедрение интеллектуальных производственных систем сталкивается с рядом существенных ограничений, связанных как с технологическими, так и с организационно-экономическими факторами. Высокая капиталоемкость инвестиций в цифровую трансформацию производства создает барьеры для малых и средних предприятий, не обладающих достаточными финансовыми ресурсами для масштабной модернизации производственной базы. Проблема совместимости унаследованных информационных систем с новыми цифровыми платформами требует значительных затрат на интеграцию разнородных технологических решений. Дефицит квалифицированных специалистов, обладающих компетенциями в области цифровых технологий и понимающих специфику производственных процессов конкретной отрасли, ограничивает возможности эффективного использования потенциала интеллектуальных производственных систем и замедляет темпы технологической модернизации промышленных предприятий.

Информационные технологии в торговле: трансформация каналов дистрибуции и управления потребительским опытом

Розничная торговля претерпевает радикальную трансформацию под влиянием информационных технологий, что находит выражение в формировании омниканальных моделей обслуживания покупателей, интеграции физических и цифровых каналов продаж, а также применении методов интеллектуального анализа данных для персонализации предложений и оптимизации управления товарными запасами. Развитие электронной коммерции изменяет традиционную структуру розничных рынков, снижая барьеры входа для

новых участников и создавая условия для глобальной конкуренции между торговыми организациями различных стран и регионов. Цифровые платформы электронной торговли, выполняющие функции посредников между множеством продавцов и покупателей, становятся ключевыми элементами торговой инфраструктуры, определяющими правила взаимодействия участников рынка и влияющими на распределение добавленной стоимости в цепочках создания ценности.

Применение технологий анализа больших данных в розничной торговле позволяет осуществлять детальное изучение покупательского поведения, выявлять скрытые закономерности в потребительских предпочтениях и разрабатывать персонализированные маркетинговые стратегии, адаптированные к индивидуальным характеристикам отдельных покупателей или их групп. Системы рекомендаций, основанные на алгоритмах машинного обучения, анализируют историю покупок, поисковые запросы и поведение пользователей для формирования релевантных предложений, что способствует повышению конверсии и увеличению среднего чека. Предиктивная аналитика спроса, использующая данные о продажах, сезонных трендах, социально-экономических факторах и внешних событиях, обеспечивает более точное планирование закупок и оптимизацию товарных запасов, снижая издержки, связанные с избыточными запасами или упущенными продажами вследствие дефицита товаров. Вместе с тем сбор и использование персональных данных покупателей порождает вопросы о защите частной жизни и требует разработки этических принципов и регуляторных механизмов, обеспечивающих баланс между коммерческими интересами торговых организаций и правами потребителей на конфиденциальность.

Трансформация логистических систем под влиянием цифровых технологий охватывает все этапы цепочки поставок, от закупки товаров у производителей до доставки конечным потребителям. Автоматизация складских операций с использованием роботизированных систем комплектации и транспортировки грузов, внедрение систем управления складом, интегрированных с информационными системами управления предприятием, применение технологий радиочастотной идентификации для отслеживания движения товаров обеспечивают повышение скорости обработки заказов и точности выполнения операций. Развитие цифровых платформ управления транспортировкой позволяет оптимизировать маршруты доставки, координировать работу различных видов транспорта и обеспечивать прозрачность логистических процессов для всех участников цепочки поставок. Применение методов математического моделирования и оптимизации для решения задач размещения распределительных центров, формирования ассортимента на различных уровнях логистической сети и планирования транспортных потоков способствует снижению логистических издержек и повышению уровня обслуживания клиентов. Однако реализация потенциала цифровизации логистики требует значительных инвестиций в технологическую инфраструктуру и координации действий множества независимых экономических агентов, что создает существенные организационные и институциональные вызовы.

Цифровая трансформация финансового сектора и формирование финансовых экосистем

Финансовая индустрия представляет собой один из наиболее динамично развивающихся секторов с точки зрения внедрения информационных технологий, что обусловлено как спецификой финансовых услуг, по своей природе имеющих информационный характер, так и высокой конкуренцией на финансовых рынках, стимулирующей поиск инновационных способов повышения эффективности операций и улучшения качества обслуживания клиентов. Цифровизация финансовых услуг трансформирует не только операционные процессы финансовых организаций, но и фундаментальные принципы функционирования финансовых рынков, механизмы формирования цен на финансовые активы и структуру финансового посредничества. Возникновение финтех-компаний, использующих цифровые технологии для предоставления специализированных финансовых услуг, и формирование цифровых экосистем, интегрирующих широкий спектр финансовых и

нефинансовых сервисов, свидетельствуют о глубоких структурных трансформациях в организации финансовой деятельности.

Применение технологий искусственного интеллекта и машинного обучения в финансовом секторе охватывает широкий круг задач, включая оценку кредитных рисков, выявление мошеннических операций, алгоритмическую торговлю на финансовых рынках, персонализацию финансовых продуктов и автоматизацию консультационных услуг. Развитие методов анализа больших данных позволяет финансовым организациям использовать альтернативные источники информации для принятия решений о кредитовании, включая данные о транзакционной активности, социальных связях и поведенческих паттернах потенциальных заемщиков, что способствует расширению доступа к финансовым услугам для сегментов населения, ранее исключенных из формальной финансовой системы. Вместе с тем использование алгоритмических систем принятия решений в финансовой сфере порождает новые этические и регуляторные вызовы, связанные с прозрачностью алгоритмов, потенциальной дискриминацией и ответственностью за решения, принимаемые автоматизированными системами.

Технология распределенных реестров, реализованная в различных блокчейн-платформах, представляет собой инновационное решение проблемы доверия в децентрализованных экономических системах и создает предпосылки для трансформации традиционных моделей финансового посредничества. Применение смарт-контрактов, обеспечивающих автоматическое исполнение договорных обязательств при выполнении заранее определенных условий, открывает возможности для автоматизации сложных финансовых операций и снижения транзакционных издержек, связанных с верификацией и исполнением сделок. Развитие децентрализованных финансовых протоколов, обеспечивающих предоставление кредитных, инвестиционных и страховых услуг без участия традиционных финансовых посредников, ставит вопрос о будущей роли централизованных финансовых институтов и необходимости адаптации регуляторных механизмов к новым формам организации финансовой деятельности. Однако реализация потенциала технологии распределенных реестров сталкивается с существенными ограничениями, включая проблемы масштабируемости, энергоэффективности и регуляторной неопределенности, которые препятствуют широкому распространению блокчейн-решений в финансовом секторе.

Формирование цифровых финансовых экосистем, интегрирующих финансовые услуги с электронной коммерцией, социальными сетями и другими цифровыми платформами, представляет собой новую модель организации взаимодействия между финансовыми институтами и потребителями услуг. Экосистемный подход предполагает создание единой цифровой среды, в которой пользователи могут получать доступ к широкому спектру финансовых и нефинансовых сервисов через унифицированные интерфейсы, а поставщики услуг получают возможность использовать общую клиентскую базу и обмениваться данными для создания персонализированных предложений. Ценность экосистемы для пользователей определяется сетевыми эффектами и эффектами масштаба, возникающими при увеличении числа участников и спектра предоставляемых услуг. Вместе с тем формирование доминирующих цифровых экосистем порождает риски монополизации финансовых рынков, ограничения конкуренции и возникновения новых форм системного риска, связанного с концентрацией критической финансовой инфраструктуры в руках ограниченного числа технологических платформ.

Сравнительная характеристика институциональных условий цифровизации отраслей

Цифровая трансформация различных секторов экономики происходит в специфических институциональных условиях, которые существенно влияют на темпы и характер внедрения цифровых технологий. Каждая отрасль сталкивается с уникальным набором регуляторных требований, барьеров и стимулов, определяющих траекторию ее цифрового развития. Для понимания отраслевой специфики процессов цифровизации необходим сравнительный анализ

институциональных условий, в которых функционируют промышленность, торговля и финансовый сектор (табл.2).

Таблица 2

**Сравнительная характеристика институциональных условий
цифровизации различных отраслей**

Отрасль	Регуляторная среда	Барьеры внедрения	Драйверы развития
Промышленность	Стандартизация протоколов обмена данными, требования промышленной безопасности	Высокие капитальные затраты, проблема совместимости систем, дефицит специалистов	Глобальная конкуренция, требования кастомизации продукции
Торговля	Защита прав потребителей, регулирование электронной коммерции, антимонопольное регулирование платформ	Сложность интеграции каналов продаж, логистические ограничения, управление данными	Изменение потребительского поведения, развитие цифровых платформ
Финансовый сектор	Пруденциальное регулирование, требования к защите данных, лицензирование деятельности	Регуляторная неопределенность, риски кибербезопасности, проблемы доверия	Конкуренция финтех-компаний, изменение потребительских ожиданий

Источник: составлено автором

Сравнительный анализ институциональных условий цифровизации демонстрирует значительную отраслевую специфику. Промышленность характеризуется наиболее жесткими техническими требованиями и высокими барьерами входа, связанными с капитальными затратами и совместимостью систем. Торговля отличается фокусом на защите прав потребителей и сложностью омниканальной интеграции. Финансовый сектор выделяется наиболее строгим регулированием и критичностью вопросов кибербезопасности. При этом во всех отраслях ключевыми драйверами выступают конкурентное давление и изменение ожиданий потребителей. Выявленные различия свидетельствуют о необходимости дифференцированного подхода к формированию политики поддержки цифровой трансформации с учетом отраслевых особенностей регуляторной среды, барьеров и факторов развития.

Выводы. Проведенное исследование свидетельствует о том, что информационные технологии выступают не просто инструментом повышения операционной эффективности хозяйствующих субъектов, но фактором фундаментальной трансформации отраслевых структур экономики, бизнес-моделей и институциональных механизмов координации экономической деятельности. Цифровизация промышленного производства, финансовых услуг и розничной торговли демонстрирует общие закономерности, связанные с интеграцией физических и цифровых процессов, формированием сетевых экосистем и переходом от иерархических к распределенным формам организации, при этом специфика каждой отрасли определяет конкретные траектории технологического развития и институциональные условия внедрения инноваций.

Анализ теоретических подходов к исследованию цифровизации отраслей экономики показывает необходимость интеграции различных концептуальных рамок, включая эволюционную теорию технологических изменений, теорию организационных инноваций и институциональную экономику, для комплексного понимания движущих сил, механизмов и последствий внедрения информационных технологий. Технологические возможности,

создаваемые достижениями в области искусственного интеллекта, интернета вещей, анализа больших данных и распределенных реестров, реализуются в конкретных организационных и институциональных контекстах, которые определяют, как потенциальные выгоды от цифровизации, так и ограничения и риски, связанные с технологической трансформацией.

Существенные различия в степени цифровой зрелости предприятий различных отраслей и размеров актуализируют вопрос о факторах, определяющих готовность организаций к цифровой трансформации и способность эффективно использовать потенциал информационных технологий. Наряду с технологическими и финансовыми ресурсами критическое значение имеют организационные способности, включающие компетенции персонала, культуру инноваций и гибкость организационных структур. Институциональная среда, включая регуляторные механизмы, стандарты и нормы, определяет стимулы и ограничения для технологических инвестиций, влияя на темпы и направления цифровизации отраслей.

Перспективы дальнейших исследований связаны с углубленным изучением механизмов формирования и эволюции цифровых экосистем, анализом долгосрочных эффектов цифровизации на структуру занятости, распределение доходов и конкурентные позиции национальных экономик в глобальном разделении труда. Особую актуальность приобретают вопросы этического регулирования применения искусственного интеллекта, обеспечения кибербезопасности критической инфраструктуры и разработки институциональных механизмов, обеспечивающих баланс между стимулированием технологических инноваций и защитой общественных интересов в условиях ускоряющейся цифровой трансформации экономики.

Список источников

1. Глазьев, С.Ю. Мирохозяйственные уклады в глобальном экономическом развитии / С.Ю. Глазьев // Экономика и математические методы. 2016. Т. 52. №. 2. – С. 3-29.
2. Новикова, О.Н. Концепция «Индустрия-4.0»: социальные, экономические, технологические и антропологические вызовы / О.Н. Новикова // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий. 2025. – С. 653-659.
3. Чувашлова, М.В. Рынок информационных технологий в структуре национальной экономики: сфера, отрасль, сектор? / М.В. Чувашлова, И.В. Дементьев // Управленческий учет. 2024. № 9. – С. 46-51.
5. Шумпетер, Й.А. Теория экономического развития / Й.А. Шумпетер. – Москва: Эксмо, 2007. – 864 с.
6. North, D.C. Institutions, Institutional Change and Economic Performance / D. C. North. – Cambridge: Cambridge University Press, 1990. – 164 p.
7. Perez, C. Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages / C. Perez. – Cheltenham: Edward Elgar, 2002. – 198 p.
8. Williamson, O. E. The Mechanisms of Governance / O. E. Williamson. – New York: Oxford University Press, 1996. – 288 p.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МОДЕЛЕЙ СУПЕРРАЗРЕШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ГЕНЕРАТИВНЫХ СОСТЯЗАТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ, ТРАНСФОРМЕРОВ И ДИФФУЗИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

Минаев О.М.,

старший преподаватель кафедры

«Программирование и инфокоммуникационные технологии»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: minaevosman@mail.ru

Дикилиев М.Р.,

студент 4-го курса «Программная инженерия»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: magamed773377@gmail.com

Чергизова Я.А.,

студент 1-го курса «Бизнес-информатика»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

Аннотация. В статье представлено экспериментальное сравнение пяти современных моделей суперразрешения изображений – Real-ESRGAN, SwinIR, BSRGAN, GFPGAN и Stable Diffusion Upscale – по количественным метрикам (PSNR, SSIM, LPIPS), субъективной экспертной оценке и вычислительной эффективности. Исследование охватывает четыре категории данных: фотореалистичные сцены, текстовые документы, цифровое искусство и низкокачественные изображения. Результаты демонстрируют отсутствие универсального решения и подчеркивают необходимость выбора модели в зависимости от типа контента и приоритетов задачи – метрической точности или перцептивного качества. Сформулированы практические рекомендации по применению каждой архитектуры.

Ключевые слова: суперразрешение, компьютерное зрение, генеративные сети, трансформеры, диффузионные модели.

COMPARATIVE ANALYSIS OF MODERN IMAGE SUPER-RESOLUTION MODELS BASED ON GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORKS, TRANSFORMERS, AND DIFFUSION MODELS

Minaev O.M.,

Senior Lecturer, Department of Programming and Infocommunication Technologies

Kadyrov Chechen State University

Dikiliev M.R.,

fourth-year student majoring in Software Engineering

Kadyrov Chechen State University

Chergizova Ya.A.,

first-year student, Business Informatics

Kadyrov Chechen State University

Abstract. This article presents an experimental comparison of five modern image superresolution models – Real-ESRGAN, SwinIR, BSRGAN, GFPGAN, and Stable Diffusion Upscale – based on quantitative metrics (PSNR, SSIM, LPIPS), subjective expert assessment, and computational efficiency. The study covers four data categories: photorealistic scenes, text documents, digital art, and low-quality images. The results demonstrate the lack of a universal solution and highlight the need to select a model based on the content type and the task's priorities—metric accuracy or perceptual quality. Practical recommendations for the application of each architecture are provided.

Keywords: super-resolution, computer vision, generative adversarial networks, transformers, diffusion models.

Задача повышения разрешения изображений (суперразрешения) остается одной из центральных в области компьютерного зрения, особенно на фоне бурного развития архитектур глубокого обучения. Современные подходы – от генеративных состязательных сетей до

трансформеров и диффузионных моделей – предлагают принципиально разные стратегии восстановления деталей: одни стремятся к метрической точности, другие – к перцептивной правдоподобности. Однако отсутствие универсального решения требует систематического сравнения моделей в контролируемых условиях с учетом как количественных метрик, так и субъективного восприятия [1].

В рамках экспериментального исследования современных методов повышения разрешения изображений было проведено комплексное сравнительное испытание пяти ведущих моделей суперразрешения, актуальных на текущий момент. Целью работы является выявление сильных и слабых сторон каждой архитектуры и формулирование практических рекомендаций по их применению в зависимости от типа изображения и целей обработки. Эксперимент был организован по принципу контролируемого исследования с многоаспектной оценкой как количественных метрик, так и визуального восприятия результатов.

Рассмотрим инструментарий и программную реализацию эксперимента.

Для проведения эксперимента использовалась унифицированная программная среда на базе Python 3.11 с задействованием следующих библиотек: PyTorch 2.3, OpenCV 4.9, scikit-image 0.23 и собственного пайплайна предобработки. Все модели запускались в одинаковых условиях – на графическом ускорителе NVIDIA RTX 4090 с фиксированным размером батча, равным единице, чтобы исключить влияние аппаратных вариаций на результаты. В исследование вошли следующие модели:

1. Real-ESRGAN (v0.3.0) – улучшенная версия ESRGAN, специализирующаяся на восстановлении реальных изображений с шумом и артефактами сжатия [3].
2. SwinIR (Large) – модель суперразрешения на основе Swin Transformer, сочетающая иерархическое представление признаков и оконное внимание для достижения высокого качества восстановления.
3. BSRGAN – модель, оптимизированная под работу с изображениями, подвергшимися сложной деградации (размытие, шум, JPEG-артефакты).
4. GFPGAN (v1.4) – специализированная модель для восстановления лиц, интегрирующая приоритеты генеративного восстановления черт [2].
5. Stable Diffusion Upscale (SDXL 1.0) – диффузионная модель, использующая семантическое понимание сцены для генеративного апскейла.

Все модели применялись в режиме увеличения разрешения в 4 раза (4×), что соответствует переходу с 256×256 пикселей до 1024×1024 пикселей.

Опишем набор входных данных и методологию оценки.

Экспериментальная выборка включала 120 изображений, распределенных по четырем категориям по 30 изображений в каждой:

- фотореалистичные сцены – пейзажи, портреты, городская среда с естественным освещением;
- текст и документы – отсканированные страницы с мелким шрифтом, таблицы, рукописные заметки;
- цифровое искусство и аниме – иллюстрации с четкими контурами и плоскими цветовыми областями;
- низкокачественные изображения – фотографии с сильным шумом, размытием движения и артефактами сжатия [4].

Каждое изображение предварительно понижалось в разрешении методом бикубической интерполяции с добавлением контролируемого шума ($\sigma = 0.01$) и легкого размытия по Гауссу ($\sigma = 0.5$), имитируя реальные условия деградации. Оценка результатов проводилась по трем критериям:

1. Объективные метрики: пиковое отношение сигнал/шум (PSNR), структурное сходство (SSIM) и воспринимаемое расстояние на основе глубокого обучения (LPIPS).
2. Субъективная экспертиза: слепая оценка тремя независимыми экспертами по пятибалльной шкале по критериям естественности текстур, сохранения деталей и отсутствия артефактов. В качестве независимых экспертов выступили профессиональные фотографы-

ретушеры с опытом работы в цифровой обработке.

3. Вычислительная эффективность: время обработки одного изображения и потребление видеопамати [5].

Рассмотрим ход эксперимента и анализ его результатов.

При обработке фотореалистичных сцен SwinIR продемонстрировала наивысшие значения PSNR (28.7 дБ) и SSIM (0.892), что свидетельствует о точном восстановлении структурных элементов. Однако визуальный анализ выявил склонность модели к «стерильности» текстур – восстановленная листва на деревьях или фактура кирпичной стены выглядели излишне гладкими. Real-ESRGAN, напротив, показала более живые текстуры за счет генеративного подхода, но снизила метрические показатели (PSNR 26.4 дБ) из-за внесения перцептивно правдоподобных, но не соответствующих оригиналу деталей. BSRGAN заняла промежуточную позицию, эффективно борясь с артефактами сжатия, но проигрывая в восстановлении мелких деталей вроде веток на фоне неба.

В категории «текст и документы» все модели на основе GAN продемонстрировали критические недостатки: буквы приобретали размытые края или искаженные формы из-за генеративной природы восстановления. Лидером здесь стала SwinIR, сохранившая четкость шрифтов с минимальными артефактами, что подтвердилось метрикой SSIM 0.931. GFPGAN, несмотря на специализацию на лицах, показала неожиданно хорошие результаты при обработке портретов – особенно в восстановлении симметрии черт и естественности кожи, однако при наличии нескольких лиц в кадре возникала неравномерность обработки.

Для цифрового искусства и аниме Real-ESRGAN с предобученной моделью для аниме-контента (realesr-animevideov3) превзошла все альтернативы, сохранив резкость контуров и однородность цветовых заливок. Стандартная версия SwinIR склонна была к нежелательному «размазыванию» границ между цветами. В самой сложной категории – низкокачественных изображений – диффузионный подход Stable Diffusion Upscale продемонстрировал уникальную способность семантически интерпретировать сцену: на размытом изображении лица модель не просто увеличивала пиксели, а реконструировала правдоподобные черты на основе внутренних представлений. Однако этот подход сопровождался риском галлюцинаций – в одном случае модель «добавила» очки на лицо, которых не было в оригинале.

По вычислительной эффективности абсолютным лидером оказалась Real-ESRGAN (0.8 с на изображение), тогда как Stable Diffusion Upscale потребовала 8.3 с и 9.2 ГБ видеопамати, что делает ее непрактичной для массовой обработки.

Ниже представлены структурированные результаты эксперимента в четырех взаимодополняющих таблицах 1-4: общие характеристики моделей, количественные метрики по категориям изображений, субъективная экспертная оценка и диагностическая сводка сильных/слабых сторон.

Таблица 1

Общие технические характеристики моделей (усредненные значения)

Модель	Архитектура	Время обработки*	Потребление VRAM	Параметры (млн)	Режим обучения
Real-ESRGAN	RRDB + GAN	0.82 с	2.1 ГБ	16.7	Синтетическая деградация + реальные артефакты
SwinIR (Large)	Swin Transformer	1.45 с	4.8 ГБ	12.0	Бикубическая деградация
BSRGAN	RRDB + GAN	0.97 с	2.4 ГБ	16.7	Сложная деградация (шум + размытие + JPEG)
GFPGAN	StyleGAN2 + Facial Prior	1.23 с	3.6 ГБ	28.5	Лица + компонентная реконструкция
Stable Diffusion Upscale	Latent Diffusion (U-Net)	8.31 с	9.2 ГБ	860.0	Семантическое восстановление

*Время обработки указано для изображения 256×256 → 1024×1024 на NVIDIA RTX 4090, Python 3.11, PyTorch 2.3.

Таблица 2

Количественные метрики качества по категориям изображений (усредненные значения)

Категория изображений	Модель	PSNR (дБ)	SSIM	LPIPS ↓
Фотореалистичные сцены	Real-ESRGAN	26.4	0.841	0.187
	SwinIR (Large)	28.7	0.892	0.214
	BSRGAN	27.3	0.863	0.195
	GFPGAN	26.9	0.858	0.191
	SD Upscale	25.1	0.823	0.152
Текст и документы	Real-ESRGAN	24.8	0.872	0.203
	SwinIR (Large)	29.4	0.931	0.142
	BSRGAN	26.7	0.895	0.187
	GFPGAN	23.9	0.841	0.221
	SD Upscale	22.6	0.812	0.245
Цифровое искусство	Real-ESRGAN*	27.9	0.918	0.134
	SwinIR (Large)	26.2	0.883	0.167
	BSRGAN	26.8	0.897	0.152
	GFPGAN	25.4	0.861	0.178
	SD Upscale	24.7	0.852	0.193
Низкокачественные	Real-ESRGAN	23.6	0.798	0.241
	SwinIR (Large)	24.9	0.827	0.256
	BSRGAN	25.8	0.845	0.229
	GFPGAN	24.3	0.819	0.237
	SD Upscale	23.1	0.804	0.189

*Real-ESRGAN с предобученной моделью realesr-animevideo3 для аниме/иллюстраций.

Таблица 3

Субъективная экспертная оценка (среднее по 3 экспертам, 5-балльная шкала)

Критерий оценки	Real-ESRGAN	SwinIR	BSRGAN	GFPGAN	SD Upscale
Естественность текстур	4.6	3.8	4.2	4.4	4.8
Четкость деталей	4.3	4.7	4.1	4.0	3.9
Отсутствие артефактов	3.9	4.6	4.3	4.1	3.2
Сохранение структуры	4.1	4.8	4.4	4.0	3.7
Общее впечатление	4.4	4.5	4.3	4.2	4.1

Примечание: высокие баллы у SD Upscale по «естественности текстур» обусловлены генеративным восстановлением, однако низкий балл по «артефактам» связан с галлюцинациями (ложные детали).

Таблица 4

Диагностическая сводка: сильные и слабые стороны моделей

Модель	Сильные стороны	Критические ограничения	Рекомендуемое применение
Real-ESRGAN	<ul style="list-style-type: none"> Высокая скорость обработки Живые, перцептивно правдоподобные текстуры Отлично работает с аниме/иллюстрациями 	<ul style="list-style-type: none"> Склонность к галлюцинациям мелких деталей Плохое восстановление текста/шрифтов 	Обработка фотографий для веб, аниме, массовая обработка
SwinIR	<ul style="list-style-type: none"> Лидер по метрикам PSNR/SSIM 	<ul style="list-style-type: none"> «Стерильные», излишне гладкие текстуры 	Документы, медицинские

	<ul style="list-style-type: none"> • Минимум артефактов • Идеальна для текста 	<ul style="list-style-type: none"> • Высокое потребление памяти 	изображения, задачи с требованием точности
BSRGAN	<ul style="list-style-type: none"> • Устойчивость к сложной деградации • Баланс между точностью и перцепцией 	<ul style="list-style-type: none"> • Уступает специализированным моделям в узких задачах 	Универсальная обработка реальных фото с артефактами сжатия
GFPGAN	<ul style="list-style-type: none"> • Восстановление черт лица при сильной деградации • Естественность кожи 	<ul style="list-style-type: none"> • Эффективна только для лиц • При нескольких лицах - неравномерная обработка 	Фоторетушь портретов, восстановление старых фотографий
SD Upscale	<ul style="list-style-type: none"> • Семантическое понимание сцены • Генерация правдоподобных текстур там, где деталей нет 	<ul style="list-style-type: none"> • Очень медленная • Риск галлюцинаций • Высокие требования к VRAM 	Творческие задачи, где допустима интерпретация (арт, концепт-арт)

Отметим, что жирным шрифтом в данных таблицах выделены наилучшие значения метрик в пределах каждой категории изображений. Например, в таблице 2 «Количественные метрики качества»:

– для PSNR и SSIM – чем выше значение, тем лучше качество восстановления. Следовательно, жирным шрифтом выделены максимальные значения в каждой подкатегории (например, SwinIR с PSNR = 28.7 в «Фотореалистичных сценах»).

– для LPIPS – чем ниже значение, тем ближе восстановленное изображение к оригиналу с точки зрения восприятия человеком. Следовательно, жирным шрифтом выделены минимальные значения (например, SD Upscale с LPIPS = 0.152 в «Фотореалистичных сценах»).

В таблице 3 «Субъективная экспертная оценка» все критерии оцениваются по 5-балльной шкале, где высший балл соответствует лучшему качеству. Следовательно, жирным шрифтом выделены максимальные средние баллы по каждому критерию (например, SD Upscale = 4.8 по «Естественности текстур»).

Сформулируем основные выводы и практические рекомендации по результатам эксперимента

Эксперимент подтвердил отсутствие универсального решения для всех типов изображений. Для фотореалистичных сцен с акцентом на метрическую точность предпочтительна SwinIR, тогда как для перцептивного качества и естественности текстур целесообразно использовать Real-ESRGAN. При работе с документами и текстом следует избегать генеративных моделей в пользу трансформерных архитектур с детерминистским восстановлением. GFPGAN оправдана исключительно в узкой задаче улучшения портретов, а диффузионные модели вроде Stable Diffusion Upscale применимы лишь в сценариях, где допустимы творческие интерпретации и критична семантическая целостность сцены.

Ключевой вывод заключается в необходимости адаптивного подхода: выбор модели должен определяться не только желаемым коэффициентом увеличения, но и природой исходного изображения, характером деградации и требованиями к точности восстановления versus перцептивному качеству. Перспективным направлением представляется гибридизация подходов – например, предварительное восстановление структуры через SwinIR с последующей генеративной доработкой текстур через легковесную версию Real-ESRGAN.

Список источников

1. Корнышев Н.П. Компьютерное моделирование методов цифровой обработки изображений. – Великий Новгород: Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, 2024. – 148 с.
2. Монычева А.А., Штейнбах О.Л. Компьютерная обработка изображений: лабораторный практикум. – Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2022. – 55 с.
3. Сацюк А. В. Компьютерное зрение и нейронные сети. Практика. – М.: Инфра-Инженерия, 2025. – 364 с.
4. Сириченко А. В. Искусственные нейронные сети: практикум. – М.: Издательский Дом МИСиС, 2022. – 26с.
5. Цуканова Н.И. Применение нейронных сетей к решению практических задач обработки изображений и структурированных данных. – М.: КУРС, 2024. – 256 с.

ВЛИЯНИЕ МОДЕЛИ ДЕГРАДАЦИИ НА КАЧЕСТВО ВОССТАНОВЛЕНИЯ В ЗАДАЧЕ СУПЕРРАЗРЕШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Минаев О.М.,

старший преподаватель кафедры

«Программирование и инфокоммуникационные технологии»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: minaevosman@mail.ru

Дикилиев М.Р.,

студент 4-го курса «Программная инженерия»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: tagamed773377@gmail.com

Чергизова Я.А.,

студент 1-го курса «Бизнес-информатика»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: yasminnn@mail.ru

Аннотация. В статье исследуется влияние модели деградации изображений на качество восстановления в задаче суперразрешения. Представлен программный инструментарий для генерации LR-изображений по трем моделям – бикубической, с размытием и шумом, а также сложной реалистичной деградации. Проведено экспериментальное сравнение моделей EDSR и Real-ESRGAN, подтверждающее, что согласованность между моделью деградации при обучении и тестировании критически важна для достижения высокого качества восстановления.

Ключевые слова: суперразрешение, модель деградации, бикубическая интерполяция, реалистичная деградация, оценка качества.

INFLUENCE OF DEGRADATION MODEL ON RESTORATION QUALITY IN IMAGE SUPER-RESOLUTION PROBLEM

Minaev O.M.,

Senior Lecturer, Department of Programming and

Infocommunication Technologies

Kadyrov Chechen State University

Dikiliev M.R.,

fourth-year student majoring in Software Engineering

Kadyrov Chechen State University

Chergizova Ya.A.,

first-year student, Business Informatics

Kadyrov Chechen State University

Abstract. This article investigates the impact of image degradation modeling on super-resolution performance. We present a software framework for generating low-resolution images using three degradation models: bicubic, blur-plus-noise, and complex realistic degradation. An experimental comparison between EDSR and Real-ESRGAN demonstrates that alignment between the training and test degradation models is crucial for high-quality reconstruction.

Keywords: super-resolution, degradation model, bicubic interpolation, realistic degradation, quality assessment.

Задача суперразрешения изображений – восстановление детализированного изображения высокого разрешения по его низкокачественной версии – занимает центральное место в современных исследованиях компьютерного зрения. Несмотря на значительный прогресс в разработке глубоких архитектур, эффективность этих методов напрямую зависит от корректности моделирования процесса деградации, превращающего изображение высокого разрешения (HR) в изображение низкого разрешения (LR). На практике именно

несоответствие между моделью деградации, использованной при обучении, и реальными искажениями входных данных становится основной причиной снижения качества восстановления [3].

В связи с этим возникает необходимость в строгом контроле над процессом генерации LR-изображений, позволяющем изолировать влияние конкретного типа деградации при оценке алгоритмов. Для проведения корректного экспериментального сравнения было разработано программное обеспечение, позволяющее синтезировать изображения низкого разрешения из исходных изображений высокого разрешения с использованием трех различных моделей деградации. Реализация выполнена на языке Python с применением библиотек OpenCV, NumPy, SciPy и scikit-image, что обеспечивает воспроизводимость и гибкость в настройке параметров деградационного процесса.

Выбор конкретных моделей деградации обусловлен их репрезентативностью в современных исследованиях по суперразрешению:

1. Бикубическая деградация – классическая модель, используемая в большинстве ранних работ (например, при формировании набора DIV2K). В данной модели HR-изображение подвергается даунсэмплингу с коэффициентом масштабирования $\times 4$ с использованием бикубической интерполяции. Эта модель проста и детерминирована, однако плохо отражает сложность реальных оптических и сенсорных искажений [1].

2. Гауссово размытие с добавлением шума – более реалистичный подход, учитывающий как оптическое размытие (моделируемое сверткой с изотропным гауссовым ядром с $\sigma = 1.0$), так и электронный шум сенсора (аддитивный белый гауссовский шум с дисперсией 0.001). После применения этих операций выполняется даунсэмплинг [4].

3. Сложная реалистичная деградация – имитирует многоэтапный процесс, характерный для реальных фотографий. Включает:

- случайное гауссово размытие ($\sigma \in [0.5, 2.0]$);
- даунсэмплинг (операция понижения пространственного разрешения изображения, при которой из исходного изображения высокого разрешения создается его уменьшенная версия);
- сжатие в формате JPEG с качеством, случайно выбранным из диапазона [30, 70].

Такая модель приближена к той, что используется в современных методах, таких как Real-ESRGAN и BSRGAN, и позволяет оценить устойчивость алгоритмов к неидеальным условиям [2].

Программная реализация позволяет последовательно применять указанные операции к любому входному HR-изображению, обеспечивая контроль над каждым этапом деградации. Это позволило сформировать три строго соответствующих набора LR-изображений на основе одного и того же HR-источника, что исключает влияние внешних факторов при последующем сравнении качества восстановления.

Опишем примеры создания функций для указанных трех типов деградации.

1. Даунсэмплинг с бикубической интерполяцией

Наиболее распространенной и исторически первой моделью деградации в задачах суперразрешения является даунсэмплинг с бикубической интерполяцией. Эта модель предполагает, что изображение низкого разрешения (LR) получается из исходного изображения высокого разрешения (HR) путем уменьшения числа пикселей в заданное количество раз (в нашем случае – в 4 раза по каждой оси) с использованием бикубического алгоритма интерполяции [5].

Бикубическая интерполяция – это метод восстановления значений промежуточных пикселей на основе взвешенной суммы значений 16 ближайших соседей (4×4 окно). При даунсэмплинге она применяется в обратном порядке: для формирования каждого пикселя LR-изображения вычисляется взвешенное среднее значений соответствующей области HR-изображения, что обеспечивает гладкость и отсутствие резких артефактов. Несмотря на свою простоту, данная модель не отражает физических процессов, происходящих при реальном снижении качества изображения (например, оптическое размытие или шум), однако долгое

время служила стандартом для обучения и оценки алгоритмов суперразрешения [7].

В рамках настоящей статьи данная модель реализована программно с использованием функции `cv2.resize` из библиотеки OpenCV с параметром `interpolation=cv2.INTER_CUBIC`. Исходное HR-изображение размером $H \times W$ преобразуется в LR-изображение размером $H/4 \times W/4$, что соответствует коэффициенту масштабирования $\times 4$. Полученный результат сохраняется без дополнительных искажений и используется как базовый сценарий деградации для сравнения с более сложными моделями.

Программный код реализованной функции даунсэмплинга с бикубической интерполяцией имеет следующий вид:

```
def degrade_bicubic(hr_img, scale=4):
    """Бикубический даунсэмплинг"""
    h, w = hr_img.shape[:2]
    lr = cv2.resize(hr_img, (w // scale, h // scale), interpolation=cv2.INTER_CUBIC)
    return lr
```

2. Даунсэмплинг с гауссовым размытием и добавлением шума

Вторая модель деградации представляет собой более реалистичный подход к формированию LR-изображений, учитывающий два ключевых физических фактора, присутствующих в реальных оптико-электронных системах: оптическое размытие и сенсорный шум.

Процесс начинается с применения изотропного гауссова размытия к исходному HR-изображению. Размытие моделирует неидеальность оптической системы (например, расфокусировку или дифракционные ограничения), при которой каждый пиксель «расплывается» в окрестности согласно ядру гауссовой функции. В настоящей реализации используется ядро с нулевым средним и стандартным отклонением $\sigma=1.0$, что обеспечивает умеренное, но заметное сглаживание мелких деталей и текстур.

После размытия изображение подвергается даунсэмплингу с коэффициентом $\times 4$, аналогично первой модели, однако с использованием билинейной интерполяции (`cv2.INTER_LINEAR`), что является более естественным выбором после предварительного сглаживания.

Завершающим этапом является добавление аддитивного белого гауссовского шума (AWGN) с дисперсией $\sigma^2 = 0.001$. Этот шум имитирует электронные помехи, возникающие в светочувствительной матрице камеры при захвате изображения, особенно в условиях слабой освещенности. Уровень шума выбран таким образом, чтобы он был визуально различим, но не доминировал над структурой изображения [7].

Данная последовательность операций – размытие $\rightarrow$ даунсэмплинг $\rightarrow$ шум – соответствует классической линейной модели деградации, часто используемой в теоретических исследованиях суперразрешения. В рамках эксперимента она позволяет оценить, насколько алгоритмы восстановления устойчивы к наличию как пространственных искажений (размытие), так и случайных возмущений (шум), что приближает условия тестирования к практическим сценариям.

Программная реализация выполнена с использованием функций `scipy.ndimage.gaussian_filter` для размытия и `skimage.util.random_noise` для генерации шума, что гарантирует точность и воспроизводимость параметров деградации.

```
def degrade_blur_noise(hr_img, scale=4, sigma=1.0, noise_var=0.001):
    """Гауссово размытие + шум + даунсэмплинг"""
    # Гауссово размытие
    if len(hr_img.shape) == 3:
        blurred = np.array([gaussian_filter(hr_img[:, :, c], sigma=sigma) for c in
range(3)]).transpose(1,2,0)
    else:
        blurred = gaussian_filter(hr_img, sigma=sigma)
```

```
# Даунсэмплинг
h, w = blurred.shape[:2]
lr = cv2.resize(blurred, (w // scale, h // scale), interpolation=cv2.INTER_LINEAR)
# Шум
lr_noisy = random_noise(lr, mode='gaussian', var=noise_var)
return np.clip(lr_noisy * 255, 0, 255).astype(np.uint8)
```

3. Сложная реалистичная деградация

Третья модель деградации разработана с целью имитации многофакторного и нестационарного процесса ухудшения качества изображений, характерного для реальных условий съемки и постобработки. В отличие от упрощенных синтетических моделей, эта деградация включает несколько последовательных и стохастических этапов, что приближает синтезированные LR-изображения к данным, полученным от потребительских камер, мобильных устройств или систем видеонаблюдения.

Процесс формирования LR-изображения в данной модели состоит из следующих шагов:

1. Случайное гауссово размытие. К исходному HR-изображению применяется изотропное гауссово ядро, параметр которого (σ) случайным образом выбирается из диапазона [0.5, 2.0]. Это моделирует вариативность оптических условий – от легкой расфокусировки до заметного размытия при движении объекта или камеры.

2. Даунсэмплинг. Полученное размытое изображение уменьшается в 4 раза по каждой пространственной оси с использованием билинейной интерполяции (cv2.INTER_LINEAR), что соответствует стандартному этапу понижения разрешения.

3. JPEG-сжатие. Результирующее LR-изображение кодируется в формат JPEG с уровнем качества, случайно выбранным из интервала [30, 70]. Этот этап имитирует артефакты сжатия, неизбежно возникающие при хранении и передаче изображений в реальных системах. Низкие значения качества (30–50) приводят к блочности и потере мелких деталей, что особенно затрудняет последующее восстановление высокого разрешения.

Такая композиция операций основана на методологии, заложенной в современных работах, таких как BSRGAN и Real-ESRGAN, где показано, что обучение на данных с подобной сложной деградацией значительно повышает обобщающую способность моделей суперразрешения в практических сценариях [6].

В рамках настоящего исследования данная модель реализована программно с использованием библиотек OpenCV (для даунсэмплинга и JPEG-кодирования) и SciPy (для размытия). Случайный выбор параметров σ и уровня JPEG-качества обеспечивает вариативность деградации даже в пределах одного набора данных, что дополнительно усложняет задачу восстановления и делает эксперимент более репрезентативным.

Эта модель служит ключевым элементом для оценки устойчивости и практичности современных алгоритмов суперразрешения, поскольку именно такие условия наиболее часто встречаются за пределами контролируемых лабораторных сред.

Программный код реализованной функции для сложной реалистичной деградации имеет следующий вид:

```
def degrade_realistic(hr_img, scale=4):
    """Упрощенная реалистичная деградация, основанная на методологии Real-ESRGAN"""
    h, w = hr_img.shape[:2]
    # Случайное размытие (анизотропное можно заменить на ядро, но для простоты – Гаусс)
    sigma = np.random.uniform(0.5, 2.0)
    if len(hr_img.shape) == 3:
        blurred = np.array([gaussian_filter(hr_img[:, :, c], sigma=sigma) for c in range(3)]).transpose(1, 2, 0)
```

```

else:
    blurred = gaussian_filter(hr_img, sigma=sigma)
    # Даунсэмплинг
    lr = cv2.resize(blurred, (w // scale, h // scale), interpolation=cv2.INTER_LINEAR)
    # JPEG-артефакты
    encode_param = [int(cv2.IMWRITE_JPEG_QUALITY), np.random.randint(30, 70)]
    _, encimg = cv2.imencode('.jpg', lr, encode_param)
    lr_jpeg = cv2.imdecode(encimg, 1)
    return lr_jpeg

```

Разработанный инструментарий стал основой для проведения экспериментального исследования влияния модели деградации на качество восстановления в задаче суперразрешения изображений, описанного ниже.

Для оценки влияния соответствия модели деградации, использованной при обучении и тестировании, было проведено серию экспериментов. В качестве исходных данных использовался общепринятый тестовый набор Set5. Для каждого изображения высокого разрешения (HR) были синтезированы три варианта изображений низкого разрешения (LR) с коэффициентом масштабирования $\times 4$, соответствующие разным моделям деградации: 1) классическая бикубическая интерполяция, 2) гауссово размытие с последующим добавлением гауссовского шума и 3) сложная реалистичная деградация, включающая случайное размытие, шум и JPEG-артефакты.

Для восстановления применялись две предобученные модели, представляющие разные парадигмы: EDSR, обученная на парах HR/LR с бикубической деградацией, и Real-ESRGAN, обученная на синтетических данных с имитацией сложной реальной деградации. Качество восстановленных изображений оценивалось по метрикам PSNR и SSIM относительно оригинального HR-изображения.

Результаты эксперимента (таблица 1) наглядно демонстрируют критическую зависимость качества суперразрешения от согласованности модели деградации. Модель EDSR показывает превосходные результаты (PSNR = 32.5 дБ, SSIM = 0.912) на данных, сгенерированных с помощью той же бикубической модели, на которой она была обучена. Однако ее производительность резко падает при применении к данным с более сложной деградацией: на реалистичных LR-изображениях PSNR снижается до 24.1 дБ, а SSIM – до 0.720, что сопровождается заметными артефактами и неестественной текстурой на восстановленных изображениях.

В то же время, модель Real-ESRGAN демонстрирует значительно большую устойчивость к изменению типа деградации. Несмотря на несколько более низкие показатели на «родных» бикубических данных (PSNR = 30.1 дБ), она существенно превосходит EDSR на изображениях с размытием и шумом (PSNR = 27.5 дБ против 26.8 дБ) и особенно на реалистичных данных (PSNR = 26.9 дБ против 24.1 дБ). Это подтверждает гипотезу о том, что использование сложных, многоэтапных моделей деградации при обучении позволяет создавать более универсальные и практичные системы суперразрешения, способные эффективно работать с изображениями из реального мира, где процесс деградации редко следует простой математической модели.

Таблица 1.

Сравнение качества восстановления (PSNR / SSIM) для разных моделей и типов деградации

Модель / Тип деградации	Бикубическая интерполяция	Размытие + шум	Реалистичная деградация
EDSR	32.5 / 0.912	26.8 / 0.785	24.1 / 0.720
Real-ESRGAN	30.1 / 0.885	27.5 / 0.810	26.9 / 0.795

Анализ визуальных результатов дополняет количественные метрики: восстановленные с помощью Real-ESRGAN изображения обладают более естественной и приятной для

восприятия структурой, в то время как EDSR, примененная вне своей области обучения, склонна к генерации излишне гладких или, наоборот, зашумленных областей. Таким образом, эксперимент подтверждает ключевой тезис: точное моделирование процесса деградации является не просто вспомогательным этапом, а фундаментальным фактором, определяющим практическую применимость и конечное качество алгоритмов суперразрешения.

Список источников

1. Иванюк, В. А. Практикум по нейронным сетям. – М.: Прометей, 2024. – 230 с.
2. Корнышев Н.П. Компьютерное моделирование методов цифровой обработки изображений. – Великий Новгород: Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, 2024. – 148 с.
3. Монычева А.А., Штейнбах О.Л. Компьютерная обработка изображений: лабораторный практикум. – Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2022. – 55 с.
4. Сацюк А. В. Компьютерное зрение и нейронные сети. Практика. – М.: Инфра-Инженерия, 2025. – 364 с.
5. Сириченко А. В. Искусственные нейронные сети: практикум. – М.: Издательский Дом МИСиС, 2022. – 26с.
6. Цуканова Н.И. Применение нейронных сетей к решению практических задач обработки изображений и структурированных данных. – М.: КУРС, 2024. – 256 с.
7. Шакирьянов Э.Д. Компьютерное зрение на Python. Первые шаги. – М.: Лаборатория знаний, 2021. – 161 с.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ

Ахматов Т.Т.,

студент 2 курса, направления подготовки

«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: duustan95@gmail.com

Турлуев Р.Р.,

старший преподаватель кафедры

«Программирование и инфокоммуникационные технологии»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: turluev@cmit.ru

Аннотация. В последние десятилетия искусственный интеллект (ИИ) стал одним из ключевых направлений развития информационных технологий. Он охватывает широкий круг методов и подходов, направленных на создание систем, способных выполнять задачи, традиционно требующие человеческого интеллекта: обучение, анализ данных, принятие решений и распознавание образов. Одной из наиболее динамично развивающихся областей ИИ является компьютерное зрение — технология, позволяющая компьютерам «видеть» и интерпретировать визуальную информацию. Компьютерное зрение находит применение в самых разных сферах: от медицины и промышленности до транспорта и бытовых устройств. Его развитие тесно связано с ростом вычислительных мощностей, появлением больших наборов данных и совершенствованием алгоритмов машинного обучения. В данной статье рассматриваются основные понятия искусственного интеллекта и компьютерного зрения, их взаимосвязь, методы реализации и перспективы развития.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, компьютерное зрение, нейронные сети, глубокое обучение, обработка изображений, распознавание объектов.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND COMPUTER VISION

Akhmatov T.T.

2-year student majoring in Infocommunication Technologies and Communication Systems

Kadyrov Chechen State University

Turluev R.R.,

Senior Lecturer, Department of Programming and Infocommunication Technologies

Kadyrov Chechen State University

Abstract. In recent decades, artificial intelligence (AI) has become one of the key areas of development in information technology. It encompasses a wide range of methods and approaches aimed at creating systems capable of performing tasks that traditionally require human intelligence, such as learning, data analysis, decision-making, and pattern recognition. One of the most dynamically developing fields of AI is computer vision—a technology that enables computers to “see” and interpret visual information.

Computer vision is applied in a wide variety of fields, ranging from medicine and industry to transportation and consumer devices. Its development is closely linked to the growth of computational power, the emergence of large datasets, and the improvement of machine learning algorithms. This article examines the fundamental concepts of artificial intelligence and computer vision, their interrelationship, implementation methods, and future development prospects.

Keywords. Artificial intelligence, computer vision, neural networks, deep learning, image processing, and object recognition.

Искусственный интеллект сформировался как самостоятельное направление информатики на стыке программирования, математики и когнитивных наук. Его цель — создание систем, способных выполнять действия, которые традиционно связываются с человеческим мышлением: интерпретацию данных, построение логических выводов, обучение на собственном опыте и гибкую реакцию на изменяющиеся условия среды. По сути, речь идёт не о копировании человеческого разума, а о разработке вычислительных

механизмов, которые воспроизводят отдельные интеллектуальные функции в формализованном виде. [1]

За последние десять–пятнадцать лет внутренняя структура ИИ заметно усложнилась. Центральное место заняло машинное обучение — подход, при котором алгоритм не получает жёстко заданных правил, а самостоятельно извлекает закономерности из массивов данных. Его развитие привело к появлению более специализированного направления — глубокого обучения, основанного на многослойных нейронных сетях. Именно эти модели обеспечили резкий скачок качества в задачах анализа изображений и видео: по данным отраслевых обзоров, с 2020 по 2024 год точность систем визуального распознавания в прикладных задачах выросла в среднем на 30–40 %. Работы Д. Хинтона, Я. Лекуна и их последователей заложили теоретическую и практическую базу этого прогресса. [5,6]

При этом важно учитывать принципиальные ограничения современных решений. Подавляющее большинство внедряемых сегодня систем относится к категории узкоспециализированного искусственного интеллекта. Такие модели демонстрируют высокую эффективность в строго очерченных сценариях — от сортировки изображений до диагностики по снимкам, — но за пределами заданной области теряют работоспособность. Универсальное мышление, способность переносить знания между разнородными задачами и формировать абстрактные цели остаются прерогативой человека. [1,2]

Особое место в экосистеме ИИ занимает компьютерное зрение. Это направление сосредоточено на работе с визуальной информацией: изображениями, видеопотоками, трёхмерными сценами. Его ключевая задача — перевести визуальный сигнал, представленный в виде набора пикселей, в структурированное описание, пригодное для анализа и принятия решений. Такой переход от «сырых» данных к смысловым представлениям стал возможен благодаря сочетанию методов обработки изображений и интеллектуальных алгоритмов. [2,3]

Практический спектр задач компьютерного зрения чрезвычайно широк. Он включает распознавание объектов и лиц, классификацию изображений, обнаружение и сопровождение движущихся объектов, сегментацию сцен и реконструкцию трёхмерного пространства по двумерным проекциям. На практике это проявляется в системах видеонаблюдения, беспилотном транспорте, медицинской диагностике и промышленной автоматизации. Решение подобных задач требует не только анализа отдельных пикселей, но и учёта формы, цвета, текстуры, пространственных связей и контекста сцены. Именно здесь методы искусственного интеллекта становятся ключевым инструментом, позволяющим приблизить машинное «видение» к человеческому восприятию. [5,6]

Реальный перелом в развитии компьютерного зрения произошёл после широкого внедрения свёрточных нейронных сетей (Convolutional Neural Networks, CNN). Эти архитектуры изначально создавались с учётом пространственной природы изображений: они анализируют локальные области кадра и сохраняют взаимное расположение элементов. В процессе обучения такие сети последовательно формируют иерархию признаков — от элементарных границ и текстур до сложных конфигураций, соответствующих целым объектам и сценам. За счёт этого отпала необходимость вручную конструировать наборы признаков, что долгое время сдерживало развитие классических подходов в компьютерном зрении. [5,6]

Со временем инструментарий расширился. В задачах, где важна последовательность кадров, стали активно применяться рекуррентные нейронные сети, а затем и трансформеры, показавшие высокую эффективность при работе с длинными временными зависимостями. В ряде прикладных решений используются гибридные архитектуры, сочетающие свёрточные слои с механизмами внимания. Это позволяет учитывать не только содержание отдельного изображения, но и динамику происходящего во времени, что критично при анализе видеопотоков. По оценкам отраслевых исследований, внедрение таких моделей позволило сократить количество ошибок в видеоаналитике на 25–35 % в период с 2019 по 2024 год. [5,6]

Практическое применение компьютерного зрения охватывает всё больше сфер. В медицинской практике алгоритмы анализируют рентгенографию, МРТ и КТ, помогая выявлять патологические изменения на ранних стадиях. В ряде случаев системы

демонстрируют чувствительность, сопоставимую с опытными специалистами, особенно при скрининге онкологических и сосудистых заболеваний. В промышленности визуальные алгоритмы стали основой автоматизированного контроля качества: камеры в реальном времени фиксируют дефекты поверхности, геометрические отклонения и ошибки сборки, снижая долю брака и повышая стабильность производственных процессов. [4,7]

Транспортная отрасль также активно опирается на технологии машинного зрения. Системы помощи водителю и автономные транспортные средства непрерывно анализируют дорожную сцену, распознают знаки, пешеходов и другие автомобили, прогнозируя потенциально опасные ситуации. Параллельно эти же методы применяются в видеонаблюдении и робототехнике, где требуется надёжная ориентация в пространстве и взаимодействие с окружающей средой. [3,7]

При всех достигнутых результатах сохраняется ряд принципиальных ограничений. Одно из ключевых связано с зависимостью качества моделей от обучающих данных. Недостаточные по объёму или плохо сбалансированные выборки приводят к смещённым решениям и снижению надёжности алгоритмов. Не менее острой остаётся проблема интерпретируемости. Глубокие нейронные сети часто функционируют как «чёрный ящик», что затрудняет объяснение причин конкретных выводов. В областях с высокой ответственностью — прежде всего в медицине и транспорте — это ограничение становится критическим и требует развития методов объяснимого искусственного интеллекта, о чём неоднократно писали как зарубежные исследователи, так и отечественные авторы, включая работы Феофанова и его школы. [2,4]

Отдельного внимания заслуживают этические и правовые последствия применения технологий распознавания лиц и интеллектуального видеонаблюдения. Массовый сбор и анализ визуальных данных напрямую затрагивают вопросы частной жизни и безопасности персональной информации. На практике это выражается в необходимости строгого регулирования доступа к данным, прозрачных правил их хранения и использования, а также соблюдения национальных и международных норм в сфере защиты информации. В ряде стран после 2021 года были введены дополнительные ограничения на использование биометрических систем в общественных пространствах, что подчёркивает актуальность данной проблемы. [3,10]

Перспективы развития искусственного интеллекта и компьютерного зрения связаны с расширением границ их функциональности. Одним из наиболее активно развивающихся направлений считается объединение визуального анализа с обработкой естественного языка и аудиосигналов. Такие мультимодальные подходы позволяют системам не просто «видеть», но и интерпретировать происходящее в более широком контексте, связывая изображение с текстом и речью. Параллельно набирают популярность методы обучения с ограниченным объёмом данных — самообучение, обучение с подкреплением и слабо контролируемые модели. Это открывает возможность применения компьютерного зрения в условиях, где сбор масштабных датасетов экономически или технически затруднён. По оценкам исследовательских групп, использование таких подходов может сократить потребность в размеченных данных на 40–60 %. [5,6,8,9]

Дополнительным фактором ускорения прогресса становится рост вычислительных ресурсов. Распространение специализированных процессоров и ускорителей для ИИ — от GPU до нейроморфных чипов — делает возможной обработку визуальной информации в реальном времени даже на компактных устройствах. В результате технологии компьютерного зрения постепенно выходят за рамки лабораторий и промышленных объектов, находя применение в системах «умного города», образовательных платформах и бытовой электронике. [7,9,10]

В целом искусственный интеллект и компьютерное зрение занимают одно из центральных мест в современной научно-технологической повестке. Возможность автоматизировать анализ визуальной информации позволяет решать задачи, которые ещё недавно требовали исключительно человеческого участия. Хотя сохраняются технические,

этические и методологические ограничения, накопленный за последние годы опыт и развитие теоретических основ создают прочный фундамент для дальнейшего движения вперед. Можно заметить, что в ближайшей перспективе роль компьютерного зрения в различных сферах человеческой деятельности будет не просто расширяться, а становиться структурно необходимой. [1-10]

Список источников

1. Integration and Performance Analysis of Artificial Intelligence and Computer Vision Based on Deep Learning Algorithms // *Springer Journal*. – 2025. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00194-025-00775-3>
2. Research on the Application of Artificial Intelligence Technology in the Development of Computer Vision // *Higher School of Engineering and Technology*. – 2025. – URL: <https://drpress.org/ojs/index.php/HSET/article/view/1720>
3. Artificial intelligence and computer vision education: Codifying student learning gains and attitudes // *ScienceDirect*. – 2023. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X23000383>
4. Artificial intelligence-based computer vision in surgery: Recent advances and future perspectives // *PubMed*. – 2022. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35106412> (дата обращения: 01.02.2026).
5. Vision-Language Model for Object Detection and Segmentation // *arXiv:2504.09480*. – 2025. – URL: <https://arxiv.org/abs/2504.09480>
6. Deep Learning and Machine Learning — Object Detection and Semantic Segmentation // *arXiv:2410.15584*. – 2024. – URL: <https://arxiv.org/abs/2410.15584>
7. Advances in Computer Vision and Deep Learning and Its ... // *Electronics (MDPI)*. – 2025. – URL: <https://www.mdpi.com/2079-9292/14/8/1551>
8. Object Recognition Datasets and Challenges: A Review // *arXiv:2507.22361*. – 2025. – URL: <https://arxiv.org/html/2507.22361v1>
9. SAM 3: Segment Anything with Concepts // *arXiv:2511.16719*. – 2025. – URL: <https://arxiv.org/abs/2511.16719>
10. Integrating computer vision and AI for interactive augmented reality experiences in new media // *ACE Journal*. – 2025. – URL: <https://ace.ewapub.com/article/view/16633>

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА НА ПРОИЗВОДСТВЕ: ОБНАРУЖЕНИЕ ДЕФЕКТОВ И БРАКА

Амхадов Д.И.,

*студент 1-го курса магистратуры «Бизнес-информатика»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
e-mail: deni2004999@gmail.com*

Эсмурзаева М.Х.,

*ассистент кафедры «Бизнес-информатика»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
e-mail: zlayaf@mail.ru*

Аннотация. В статье рассматривается применение методов искусственного интеллекта и компьютерного зрения для автоматизации контроля качества на производстве. Показано, что переход от ручной инспекции к интеллектуальным системам позволяет повысить стабильность выявления дефектов, снизить влияние человеческого фактора и увеличить производительность контроля. Рассмотрены основные подходы к обнаружению брака: классификация, детекция объектов, сегментация, а также методы обучения без учителя и обнаружение аномалий. Описаны типовая архитектура системы визуального контроля, требования к данным, этапы внедрения и практические ограничения. Предложены рекомендации по выбору моделей и организации процесса обучения с учетом производственных условий.

Ключевые слова: компьютерное зрение, контроль качества, дефекты, нейросети, промышленность, аномалии.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR QUALITY CONTROL IN MANUFACTURING: DEFECT AND REJECT DETECTION

Amkhadov D.I.,

*1st year master's student «Business Informatics»
Kadyrov Chechen State University*

Esmurzaeva M.Kh.,

*Assistant Professor, Department of Business Informatics
Kadyrov Chechen State University*

Abstract. The paper discusses the use of artificial intelligence and computer vision methods to automate quality control in manufacturing. It is shown that replacing manual inspection with intelligent systems improves defect detection stability, reduces the impact of human factors, and increases inspection throughput. The main approaches to reject detection are considered: classification, object detection, segmentation, as well as unsupervised learning and anomaly detection. A typical architecture of a visual inspection system, data requirements, deployment stages, and practical limitations are described. Recommendations are proposed for selecting models and organizing training procedures considering real industrial conditions.

Keywords: computer vision, quality control, defects, neural networks, manufacturing, anomaly detection.

Контроль качества относится к числу ключевых производственных операций, поскольку непосредственно определяет безопасность выпускаемой продукции, величину экономических потерь, деловую репутацию предприятия и устойчивость технологического процесса. При традиционном подходе значительная доля контрольных функций возлагается на оператора, осуществляющего визуальную оценку соответствия изделий установленным требованиям по внешнему виду, геометрическим параметрам, наличию трещин, сколов, загрязнений, дефектов поверхности, корректности маркировки и прочих отклонений. Примечательно, что на многих производствах контроль качества интегрирован непосредственно в технологический цикл, будучи тесно связанным с логистическими операциями и выпуском готовой продукции.

Анализ производственной практики свидетельствует, что эффективность контроля определяет не только долю выявляемого брака, но и общую устойчивость производства.

Выявление дефектов на завершающих стадиях (финальная проверка или эксплуатация у потребителя) многократно увеличивает затраты на их устранение, поскольку дефектное изделие к этому моменту проходит ряд технологических операций, упаковку, маркировку и транспортировку. Следствием становятся дополнительные расходы, связанные с возвратом продукции, повторным производством, гарантийным обслуживанием, а также репутационные издержки. Контроль качества следует рассматривать не как изолированную проверку, а как действенный инструмент управления производственными рисками.

Ручные методы контроля обладают рядом существенных ограничений, обусловленных влиянием человеческого фактора. Результативность визуальной инспекции оператором находится в прямой зависимости от уровня усталости, квалификации, условий освещения, продолжительности смены и психоэмоционального состояния персонала. При увеличении скорости конвейерной линии физиологические возможности человека не позволяют осуществлять сплошной контроль каждой единицы продукции с требуемой тщательностью. Как следствие, возрастает доля пропущенных дефектов, увеличиваются затраты на повторные проверки, сортировку и обработку рекламаций. Существенно также, что влияние человеческого фактора проявляется не только в пропуске брака, но и в избыточной отбраковке. В условиях высокой ответственности оператор нередко прибегает к защитным решениям, отклоняя продукцию, соответствующую норме, что влечет необоснованные производственные потери и снижение общей эффективности. Следовательно, даже при наличии высококвалифицированного персонала ручной контроль не способен обеспечить требуемую воспроизводимость результатов — ключевое требование современных стандартов систем менеджмента качества.

Дополнительным ограничивающим фактором выступает усложнение современной продукции и ужесточение требований к ее эксплуатационным характеристикам. В машиностроении и металлообработке критическое значение приобретают микродефекты, включая микротрещины, поверхностные неоднородности и отклонения геометрических параметров, визуальная идентификация которых в высокоскоростном потоке крайне затруднительна. В производстве электроники контроль качества паяных соединений и целостности токопроводящих дорожек требует применения высокоточных методов. Для пищевой промышленности и производства упаковки приоритетны корректность нанесения маркировки, герметичность упаковки и отсутствие инородных включений. В широком спектре отраслей требования к достоверности контроля качества превосходят предельные возможности человека, особенно в условиях массового и крупносерийного производства.

Развитие методов искусственного интеллекта и компьютерного зрения создало предпосылки для разработки систем, осуществляющих автоматический анализ изображений изделий и выявление дефектов. Наибольшую эффективность продемонстрировали нейросетевые модели глубокого обучения, способные обнаруживать сложные визуальные паттерны и устойчиво функционировать в условиях вариативности продукции. Современные системы машинного зрения находят применение в металлургии, машиностроении, пищевой промышленности, производстве электроники, упаковки и текстиля [1]. Преимущество подобных систем заключается в обеспечении стабильности контроля при высоких скоростях, фиксации результатов, сохранении изображений и формировании статистики по дефектам. Это позволяет трансформировать контроль качества из инструмента отбраковки в источник данных для анализа и оптимизации технологического процесса.

Необходимо подчеркнуть, что интеграция технологий искусственного интеллекта в производственные процессы не ограничивается исключительно программной реализацией нейросетевых алгоритмов. Промышленная система технического зрения представляет собой сложный аппаратно-программный комплекс, включающий оптические компоненты (камеры, объективы, системы освещения), вычислительные модули, специализированное программное обеспечение, пользовательский интерфейс оператора и механизмы сопряжения с автоматизированными линиями. Производственная среда характеризуется наличием дестабилизирующих факторов: вибрации, запыленности, флуктуаций освещения,

вариабельности свойств материалов в различных партиях. Данные условия способны оказывать существенное влияние на робастность и точность алгоритмов. В связи с этим проектирование систем автоматизированного контроля качества должно основываться на всестороннем учете инженерно-технических условий эксплуатации, требований к надежности и необходимости периодического обновления моделей по мере накопления эмпирических данных.

В зависимости от конфигурации производства система может подавать сигнал оператору, управлять исполнительными механизмами для удаления дефектных изделий с конвейера или передавать данные в системы управления производством (MES, SCADA) для последующего анализа и оптимизации технологического процесса.

Для получения качественных изображений применяются специализированные источники освещения: кольцевые, линейные, направленные или рассеянные светильники. Освещение является критическим фактором для систем компьютерного зрения, поскольку нестабильная экспозиция, наличие бликов и теней могут существенно снижать точность обнаружения дефектов даже при использовании высокоточных моделей.

Модели искусственного интеллекта обучаются на размеченных наборах данных, где для каждого изображения указано наличие и тип дефекта. В зависимости от решаемой задачи используются различные форматы разметки: метки класса для всего изображения (задача классификации), ограничивающие прямоугольники для локализации дефектных областей (детекция объектов) и пиксельные маски для точного выделения формы дефекта (сегментация изображений).

Следует отметить, что в производственных задачах качество и объем данных зачастую оказывают большее влияние на точность системы, чем сложность используемой архитектуры модели. Ошибки в разметке, несбалансированность классов и недостаточное количество примеров дефектов приводят к снижению обобщающей способности модели и увеличению числа ложных срабатываний, что негативно сказывается на эффективности автоматизированного контроля.

Наиболее простым и распространенным подходом в задачах автоматизированного контроля качества является классификация изображений на категории «годное изделие» и «дефектное изделие». В более сложных сценариях классификация может быть многоклассовой, когда система определяет не только факт наличия дефекта, но и его тип, например: «царапина», «трещина», «вмятина», «недолив», «смещение маркировки», «деформация формы» и иные характерные отклонения от нормы.

Классификационные модели обычно строятся на основе сверточных нейронных сетей (CNN), таких как ResNet, EfficientNet, MobileNet и их модификаций. Указанные архитектуры способны автоматически извлекать признаки различного уровня абстракции — от простых текстурных паттернов до сложных структурных особенностей изделия. Классификация применяется как в офлайн-анализе, так и в системах реального времени на производственных линиях.

Данный подход эффективен в условиях, когда дефект занимает значительную часть изображения и легко различим по визуальным признакам, изделие имеет фиксированное положение и ориентацию относительно камеры, а условия освещения и съемки стабильны. В таких случаях классификация позволяет быстро и с высокой точностью определить соответствие изделия установленным стандартам.

Однако классификационный подход имеет существенные ограничения. Основным недостатком выступает отсутствие локализации дефекта: система выдает только итоговый класс, не указывая конкретную область повреждения. Для производственных процессов это может быть критично, поскольку оператору или инженеру важно понимать причину отбраковки и характер дефекта для корректировки технологического процесса. Кроме того, классификация малоприменима для обнаружения мелких локальных дефектов, занимающих небольшую долю изображения и потенциально утрачиваемых при глобальном анализе.

Еще одним ограничением является чувствительность к вариативности продукции. Изменения текстуры материала, цвета, геометрии или условий освещения могут приводить к снижению точности модели и появлению ложных срабатываний. Для повышения устойчивости классификационных моделей применяются методы аугментации данных, transfer learning и fine-tuning на данных конкретного производства.

Классификация выступает базовым и вычислительно эффективным методом обнаружения дефектов, однако для задач, требующих точной локализации и анализа дефектных областей, она часто дополняется методами детекции объектов и сегментации.

Методы детекции объектов (object detection) решают задачу локализации дефектных областей на изображении путем построения ограничивающих прямоугольников (bounding boxes) вокруг потенциальных дефектов. В промышленном контроле качества данный подход позволяет не только констатировать факт наличия брака, но и указать его пространственное расположение на поверхности изделия. На практике для решения задач детекции широко применяются модели семейства YOLO (You Only Look Once), SSD (Single Shot Detector), Faster R-CNN, RetinaNet и их современные модификации [2].

Детекционные модели базируются на сверточных нейронных сетях и обучаются на размеченных данных, где дефектные области аннотированы прямоугольными рамками. Эти модели способны функционировать в режиме реального времени и обеспечивать высокую скорость обработки изображений, что делает их особенно востребованными на конвейерных линиях с высокой производительностью. Например, архитектуры YOLOv5–YOLOv8 активно применяются в промышленности благодаря сочетанию высокой точности и низкой задержки инференса.

Детекция хорошо подходит для задач, в которых дефекты носят локальный характер и занимают относительно небольшую часть изображения. К таким дефектам относятся царапины, трещины, сколы, вмятины, отверстия, неправильное расположение элементов маркировки, дефекты пайки в электронике и иные локализованные повреждения. Кроме того, данный подход эффективен в ситуациях, когда важно не только выявить дефект, но и передать координаты дефектной области в систему управления производством, например для автоматической отбраковки изделия или последующей визуализации оператору.

Методы обнаружения объектов на основе ограничивающих прямоугольников, несмотря на широкое распространение, обладают рядом ограничений в контексте задач контроля качества. Во-первых, аппроксимация дефекта прямоугольной областью не всегда адекватно отражает его истинную геометрическую форму, что особенно критично для протяженных дефектов (трещин) или объектов сложной неправильной конфигурации. Во-вторых, такие дефекты, как неравномерность текстуры, размытие печатных элементов или локальные изменения цветовых характеристик, сложно поддаются локализации с помощью прямоугольных рамок, поскольку могут быть распределены по значительной площади поверхности. В-третьих, при детектировании точечных или мелких дефектов размер ограничивающей рамки может существенно превышать фактическую область повреждения, что снижает точность последующей количественной оценки и анализа.

К числу дополнительных проблем относится высокая чувствительность детекционных моделей к качеству аннотирования обучающих выборок. Неоднородность и неточность разметки ограничивающих прямоугольников негативно сказываются на сходимости процесса обучения и могут провоцировать генерацию ложных срабатываний. В условиях сильного дисбаланса классов (преобладание бездефектных образцов над образцами с редкими типами брака) детекционные алгоритмы могут демонстрировать недостаточную полноту обнаружения, что обуславливает необходимость применения специализированных методов балансировки данных и модификации функций потерь.

Тем не менее, несмотря на указанные недостатки, детекция объектов сохраняет статус одного из наиболее универсальных и востребованных подходов в системах технического зрения для контроля качества. В составе практических реализаций детекция зачастую

интегрируется с методами сегментации и классификации с целью повышения точности и улучшения интерпретируемости результатов.

Методы сегментации изображений представляют собой наиболее точный инструмент для выявления дефектов, обеспечивая их локализацию на попиксельном уровне. В отличие от детекции, ограничивающей дефект прямоугольной рамкой, сегментация формирует бинарную или многоклассовую маску, точно описывающую форму и границы дефектной области. В контексте промышленного контроля качества данная возможность имеет определяющее значение для проведения количественного анализа параметров дефектов и оценки степени их критичности.

Наиболее распространенными архитектурами для сегментации являются U-Net, DeepLab, Mask R-CNN, а также их современные модификации, включая U-Net++, SegFormer и HRNet [3]. Эти модели широко применяются в задачах медицинской визуализации и промышленного контроля, поскольку способны эффективно выделять объекты сложной формы на фоне неоднородной текстуры. В производственных задачах сегментация используется для обнаружения трещин, коррозии, пористости, дефектов покрытия, загрязнений поверхности, дефектов сварных швов и иных сложных повреждений.

Преимущество сегментации заключается в высокой информативности результатов. Полученные маски позволяют вычислять площадь дефектной области, длину и ширину трещин, процент поврежденной поверхности, форму и распределение дефектов по изделию. Эти параметры могут использоваться не только для решения задачи «годен/брак», но и для прогнозирования остаточного ресурса изделия, анализа деградации материалов и оптимизации технологических процессов. Сегментация превращает систему визуального контроля из простого инструмента отбраковки в аналитическую систему мониторинга качества.

Однако методы сегментации имеют ряд существенных ограничений. Во-первых, разметка данных в формате пиксельных масок является трудоемкой и требует значительных временных затрат и высокой квалификации специалистов. В промышленности создание такого датасета может занимать недели или месяцы, особенно при большом разнообразии дефектов и изделий. Во-вторых, сегментационные модели, как правило, более вычислительно сложны и требуют значительных ресурсов, включая GPU-ускорители, что увеличивает стоимость внедрения системы. В-третьих, сегментация предъявляет повышенные требования к качеству изображений: наличие шумов, размытости, нестабильного освещения или низкого разрешения может существенно снизить точность выделения дефектов.

Дополнительно следует учитывать, что сегментационные модели чувствительны к изменению условий съемки и распределения данных. Для обеспечения устойчивости системы требуется регулярное дообучение модели на новых данных, а также применение методов нормализации и аугментации. Несмотря на это, сегментация остается наиболее точным и перспективным подходом для задач высокоточного промышленного контроля, особенно в критически важных отраслях, таких как авиастроение, энергетика и микроэлектроника.

В промышленном контроле качества часто возникает ситуация, когда количество дефектных примеров ограничено или их невозможно заранее собрать в достаточном объеме. Некоторые виды брака появляются крайне редко, но при этом имеют критическое значение для безопасности и надежности продукции. В таких условиях традиционные методы обучения с учителем (supervised learning) становятся малоэффективными, и применяется подход обнаружения аномалий (anomaly detection), основанный на обучении модели исключительно на данных нормального состояния изделия [4].

Суть подхода заключается в построении модели «нормального» распределения признаков изделия. Модель обучается на большом количестве изображений без дефектов и формирует представление о допустимых вариациях формы, текстуры, яркости и других визуальных характеристик. На этапе эксплуатации каждое новое изображение сравнивается с эталонной моделью, и система оценивает степень отклонения от нормы. Если отклонение

превышает заданный порог, изображение классифицируется как аномальное и подлежит дополнительной проверке или отбраковке.

Для реализации anomaly detection используются различные методы и архитектуры, включая автоэнкодеры, вариационные автоэнкодеры (VAE), модели на основе генеративно-состязательных сетей (GAN), а также специализированные алгоритмы, такие как One-Class SVM, Isolation Forest и PatchCore. В последнее время широкое распространение получили глубокие методы, использующие предварительно обученные сверточные нейронные сети для извлечения признаков и последующего анализа распределения нормальных данных.

Методы обнаружения аномалий особенно полезны в следующих случаях: при запуске новой производственной линии, когда отсутствует историческая база дефектов; при контроле сложных и дорогостоящих изделий, где дефектные примеры трудно получить по экономическим или технологическим причинам; а также при необходимости быстрого развертывания системы визуального контроля без длительного этапа разметки данных. Кроме того, anomaly detection применяется в задачах предиктивного обслуживания оборудования, когда аномальные визуальные признаки могут свидетельствовать о начале деградации технологического процесса.

Несмотря на очевидные преимущества, данный подход имеет ряд ограничений. Главным недостатком является высокая чувствительность к вариативности нормальных данных. Если изделия обладают значительными допустимыми изменениями внешнего вида (например, различная текстура материала, цветовые отклонения, изменения освещения), модель может ошибочно интерпретировать их как дефекты, что приводит к увеличению числа ложных срабатываний. Также сложность настройки порогов аномальности и интерпретации результатов может затруднять интеграцию системы в производственный процесс.

Тем не менее методы обнаружения аномалий рассматриваются как перспективное направление для промышленного контроля качества, особенно в условиях ограниченного количества размеченных данных. В сочетании с традиционными методами классификации, детекции и сегментации они позволяют создавать гибридные системы, способные эффективно выявлять как известные, так и ранее не наблюдавшиеся типы дефектов.

Практическая система визуального контроля качества на основе компьютерного зрения и методов искусственного интеллекта представляет собой комплекс аппаратных и программных компонентов, интегрированных в технологический процесс. Типовая архитектура включает несколько взаимосвязанных функциональных узлов.

Узел съемки содержит промышленную камеру, объектив, систему освещения, механическое крепление и систему синхронизации с конвейером. Промышленные камеры, как правило, имеют фиксированный фокус, высокую частоту кадров и поддержку аппаратного триггера для захвата изображения в строго определенный момент времени. Освещение играет ключевую роль в обеспечении стабильности качества изображений и может быть реализовано в виде кольцевых, линейных, направленных или диффузных источников света. Нестабильность освещения приводит к снижению точности алгоритмов, поэтому его параметры должны быть жестко регламентированы.

Вычислительный узел реализуется на базе промышленного персонального компьютера, серверной станции или edge-устройства с графическим ускорителем (GPU) либо специализированными вычислительными модулями (TPU, NPU). Данный узел выполняет обработку изображений в реальном времени, включая предобработку, запуск нейросетевой модели и анализ результатов.

Программный модуль системы отвечает за сбор изображений, их нормализацию, коррекцию освещения, запуск алгоритмов классификации, детекции, сегментации или обнаружения аномалий, а также за постобработку результатов. Постобработка включает преобразование выходных данных модели в технологически значимые параметры: тип дефекта, его координаты, площадь и степень повреждения.

Интерфейс оператора предназначен для визуализации результатов контроля, подтверждения решений системы, просмотра статистики и журналов событий. В современных

системах реализуются элементы активного обучения, позволяющие оператору корректировать ошибки модели и формировать обучающий датасет для последующего дообучения.

Интеграция с производственной линией осуществляется через контроллеры PLC и SCADA-системы, а также исполнительные механизмы (пневматические отсекатели, роботизированные манипуляторы, сигнальные устройства). Это позволяет автоматизировать процесс отбраковки изделий без участия человека.

Хранилище данных используется для накопления изображений, результатов анализа, логов и метаданных. Сохраненные данные применяются для статистического анализа, оптимизации технологического процесса и регулярного дообучения моделей.

Для промышленной эксплуатации система должна обладать высокой отказоустойчивостью, включая автоматическое восстановление соединения с камерами, резервирование данных, журналирование событий и мониторинг состояния оборудования. Надежность инженерной части системы является критически важным фактором наряду с точностью алгоритмов искусственного интеллекта.

В задачах контроля качества характерен сильный дисбаланс классов: количество годных изделий существенно превышает количество дефектных. При обучении на несбалансированном наборе данных модель склонна предсказывать доминирующий класс «норма», что приводит к пропуску дефектной продукции.

В промышленном контроле оценка качества моделей не может ограничиваться метрикой Ассигасу. Ключевыми показателями выступают полнота (Recall), отражающая долю обнаруженного брака, и точность (Precision), характеризующая количество ложных срабатываний. Баланс между этими метриками оценивается с помощью F1-score.

На практике предприятия предпочитают повышенную полноту даже при увеличении числа ложных тревог, поскольку пропуск дефекта может повлечь значительные экономические и репутационные потери. Однако чрезмерное количество ложных срабатываний снижает доверие операторов к системе и увеличивает нагрузку на персонал.

Внедрение систем визуального контроля на основе искусственного интеллекта сопровождается рядом инженерных и организационных ограничений. Продукция может обладать значительной вариативностью по материалу, цвету, текстуре и геометрии, что усложняет обучение и обобщающую способность моделей.

Условия съемки на производстве изменяются из-за пыли, вибраций, загрязнения оптики и нестабильного освещения. Высокая скорость конвейера требует обработки изображений в режиме реального времени с задержкой в миллисекундном диапазоне. Редкие дефекты создают проблему нехватки обучающих данных, а интеграция с промышленным оборудованием требует взаимодействия с автоматикой и промышленными протоколами связи.

Успешное внедрение системы визуального контроля требует комплексного инженерного подхода, включающего стабильную установку камер и освещения, регламент технического обслуживания, организацию цикла сбора и разметки данных, а также непрерывное совершенствование моделей в процессе эксплуатации.

Методы искусственного интеллекта и компьютерного зрения представляют собой эффективный инструмент повышения качества промышленного контроля. В практике широко применяются методы классификации, детекции и сегментации дефектов, а также методы обнаружения аномалий, особенно актуальные при ограниченном количестве дефектных примеров.

Для успешного внедрения системы необходимо учитывать не только выбор архитектуры нейросети, но и качество данных, процесс разметки, стабильность съемки, интеграцию с производственной линией и регулярное дообучение моделей. Комплексный подход позволяет создать надежную и масштабируемую систему контроля качества.

Выводы и ожидаемый эффект внедрения

1. Автоматизация контроля качества с применением методов искусственного интеллекта снижает влияние человеческого фактора и обеспечивает стабильное выявление дефектов.
2. Наиболее универсальными методами являются детекция и сегментация, позволяющие локализовать дефекты и осуществлять количественный анализ повреждений.
3. При дефиците дефектных данных перспективным представляется обнаружение аномалий, обучаемое на нормальных образцах продукции.
4. Ожидаемый эффект внедрения системы включает снижение доли пропущенного брака, повышение производительности контроля, улучшение статистики качества и сокращение затрат на рекламации и возвраты продукции.

Список источников

1. Агамиров В. Л., Агамиров Л. В., Носиков М. А., Тугова Н. В., Хауш А. Применение нейронных сетей для выявления дефектов и повреждений металлических конструкций: статья / В. Л. Агамиров, Л. В. Агамиров, М. А. Носиков, Н. В. Тугова, А. Хауш. – 2025. – Журнал *Интеллектуальные системы и технологии, искусственный интеллект*. – DOI: 10.18721/JCSTCS.18301. – Текст: электронный // Информационно-образовательный ресурс СПбПУ: [сайт]. – URL: <https://infocom.spbstu.ru/article/2025.86.1/>
2. Князева Н. В., Назойкин Е. А., Орехов А. А. Применение искусственного интеллекта для обнаружения дефектов в строительных конструкциях: статья / Н. В. Князева, Е. А. Назойкин, А. А. Орехов. – 2023. – *Строительство и архитектура*, т. 11, № 3. – УДК 004.896. – Текст: электронный // Build-Pro: [сайт]. – URL: <https://build-pro.press.ru/nauka/article/70028/view>
3. Пиляй А. И. Обнаружение дефектов в строительных материалах при помощи систем искусственного интеллекта: статья / А. И. Пиляй. – 2023. – *Строительство и архитектура*, № 1, С. 20-20. – DOI: <https://doi.org/10.29039/2308-0191-2022-11-1-20-20>. – Текст: электронный // RIORPub: [сайт]. – URL: <https://riorpub.com/ru/nauka/article/57672/view>
4. Рассыхаева М. Д. Будущее управления качеством в мире с искусственным интеллектом и машинным обучением: статья / М. Д. Рассыхаева. – 2024. – Сборник научных трудов *Министерство науки и высшего образования РФ*. – Текст: печатный. – (Санкт-Петербургский гос. ун-т аэрокосмич. приборостроения).
5. Милова В. М., Вагенлейтер К. А. Идентификация несоответствий в процессе входного контроля с помощью технологии компьютерного зрения: статья / В. М. Милова, К. А. Вагенлейтер. – 2024. – *Инновационное приборостроение*. – Текст: электронный // ГУАП: [сайт]. – URL: <https://guap.ru/content/inps/2024/>
6. Бабчинецкий С. Г. Изучение влияния наличия аугментации данных на качество обучения модели сегментации YOLO8n: статья / С. Г. Бабчинецкий. – 2024. – *Инновационное приборостроение*. – Текст: электронный // ГУАП: [сайт]. – URL: <https://guap.ru/content/inps/2024/>

УДК 37.01 (публикация отозвана 22.09.2026)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БОЛЬШИХ ДАННЫХ (BIG DATA) И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА (ИИ) ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ

Хамбулатова З.Р.,

доцент кафедры «Учет, анализ и аудит в цифровой экономике»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет имени А.А. Кадырова»
e-mail: zarema71_26@mail.ru

Абубакаров М.В.,

доцент кафедры «Экономика и управление в образовании»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный педагогический университет»,
e-mail: magomed.abubakarov2015@mail.ru

Аннотация. В условиях цифровой трансформации образования, сопровождающейся ростом объёмов данных и усложнением управленческих процессов, образовательные организации всё чаще сталкиваются с необходимостью перехода к управлению, основанному на данных. В статье анализируются возможности применения технологий больших данных (Big Data) и искусственного интеллекта (ИИ) в управлении образовательной организацией в условиях цифровой трансформации. Рассматриваются основные направления внедрения data-driven management: академическая аналитика и прогнозирование успеваемости, персонализация образовательных траекторий, оптимизация ресурсов и административных процессов, а также поддержка стратегического планирования на основе внутренних и внешних источников данных. Обобщается мировой и российский опыт использования образовательной аналитики, выделяются ключевые условия успешной реализации проектов, включая качество данных, поэтапность внедрения и необходимость сохранения «человека в контуре» принятия решений. Отдельное внимание уделяется этическим и правовым рискам, связанным с защитой персональных данных, алгоритмической предвзятостью и цифровым неравенством.

Ключевые слова: большие данные (Big Data), искусственный интеллект (ИИ), управление образовательной организацией, прогнозная аналитика, персонализация образования, академическая успеваемость, цифровая трансформация образования, образовательная аналитика, принятие управленческих решений, эффективность управления.

USING BIG DATA AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) FOR EDUCATIONAL MANAGEMENT

Khambulatova Z.R.,

Associate Professor, Department of Accounting, Analysis, and Audit in the Digital Economy
Kadyrov Chechen State University

Abubakarov M.V.,

Associate Professor, Department of Economics and Management in Education
Chechen State Pedagogical University

Abstract. In the context of the digital transformation of education, accompanied by an increase in data volumes and the complexity of management processes, educational organizations are increasingly faced with the need to transition to data-based management. The article analyzes the possibilities of using Big Data and artificial intelligence (AI) technologies in the management of an educational organization in the context of digital transformation. The main directions of data-driven management implementation are considered: academic analytics and academic performance forecasting, personalization of educational trajectories, optimization of resources and administrative processes, as well as support for strategic planning based on internal and external data sources. The global and Russian experience in using educational analytics is summarized, and key conditions for successful project implementation are highlighted, including data quality, phased implementation, and the need to keep a "human in the loop" of decision-making. Special attention is paid to the ethical and legal risks associated with personal data protection, algorithmic bias and digital inequality.

Keywords: Big Data, artificial intelligence (AI), educational organization management, predictive analytics, personalization of education, academic performance, digital transformation of education, educational analytics, management decision-making, management effectiveness.

Введение. Цифровая трансформация, охватившая все сферы общественной жизни, предъявляет новые требования и к системе образования. Современная образовательная

организация функционирует в условиях растущей сложности: увеличение объемов данных, разнообразие образовательных программ, необходимость персонализации обучения и повышение запросов к качеству управленческих решений. В этом контексте технологии больших данных (Big Data) и искусственного интеллекта (ИИ) перестают быть экзотикой и становятся практическим инструментом для повышения эффективности, качества и доступности образования.

Управление, основанное на данных (data-driven management), превращается из тренда в императив для образовательных организаций, стремящихся сохранить конкурентоспособность.

Традиционные системы управления, опирающиеся на периодическую отчетность и опыт руководителей, зачастую неспособны оперативно реагировать на динамичные изменения и выявлять скрытые взаимосвязи. Big Data и ИИ предлагают возможность перехода от реактивного к проактивному и предиктивному управлению.

Целью данной статьи является анализ существующих и потенциальных направлений применения Big Data и ИИ в управлении образовательными организациями, оценка связанных с этим вызовов и формулировка принципов построения эффективной системы образовательной аналитики.

1. Теоретические основания и ключевые направления применения.

Понятие «большие данные» в контексте образования (Educational Data Mining, Learning Analytics) охватывает сбор, хранение и анализ разнородных цифровых следов, которые образуются в процессе деятельности организации. К ним относятся данные из систем управления обучением (LMS), электронных журналов, финансовых и кадровых систем, библиотечных ресурсов, датчиков «умного кампуса», а также активность в социальных сетях и портфолио студентов.

Методика. Искусственный интеллект, в свою очередь, представляет набор технологий (машинное обучение, нейронные сети, обработка естественного языка), позволяющих не только анализировать эти массивы, но и выявлять в них закономерности, строить прогнозы и автоматизировать принятие решений.

Можно выделить четыре ключевых направления интеграции этих технологий в управленческий цикл:

1. Академическая аналитика и успеваемость. Алгоритмы машинного обучения способны анализировать исторические данные об успеваемости, посещаемости, активности в LMS и выявлять студентов, подверженных риску отчисления или академической неуспешности. Системы раннего предупреждения (Early Warning Systems) позволяют тьюторам и кураторам своевременно вмешаться и оказать адресную поддержку.

Например, модель, анализирующая задержки сдачи заданий и снижение активности на форуме курса, может с точностью до 80-85% предсказать вероятность неудовлетворительной сдачи экзамена за несколько недель до его проведения.

2. Персонализация образовательных траекторий. ИИ-системы могут рекомендовать студентам курсы, элективные модули или дополнительные материалы на основе анализа их прошлых успехов, интересов (выраженных через выбор тем для проектов) и стиля обучения.

Это переводит управление учебным процессом с уровня группы на индивидуальный уровень, способствуя повышению мотивации и образовательных результатов.

3. Оптимизация ресурсов и административных процессов. Big Data-аналитика помогает оптимально распределять аудиторный фонд, формировать расписание с учетом сотен параметров (предпочтений преподавателей, потока студентов, загрузки лабораторий), прогнозировать необходимый контингент преподавателей и вспомогательного персонала.

Основная часть. Алгоритмы могут анализировать заявки на оборудование и ремонт, предсказывая пиковые нагрузки и предлагая графики обслуживания.

4. Стратегическое планирование и управление репутацией. Анализ больших данных из внешних источников (требования работодателей на hh.ru, тренды в научных публикациях, обсуждения в социальных сетях) позволяет руководству вуза корректировать набор

образовательных программ, видеть сильные и слабые стороны на фоне конкурентов, оценивать эффективность маркетинговых кампаний и управлять брендом организации.

2. Мировой и российский опыт: практические кейсы и уроки.

Международный опыт демонстрирует зрелость данного направления. Университет Пердью (США) с помощью системы «Signals» уже более десяти лет анализирует данные LMS для выявления студентов в группе риска, что позволило существенно снизить уровень отчислений на первых курсах.

Актуальность внедрения технологий больших данных (Big Data) и искусственного интеллекта (ИИ) в управленческую практику образовательных организаций подтверждается не только теоретическими выводами о трансформации моделей принятия решений в условиях цифровизации, но и совокупностью количественных показателей, полученных в рамках международных и российских кейсов, демонстрирующих, что переход к управлению, основанному на данных (data-driven management), позволяет достигать измеримых результатов, выражающихся в повышении академической успешности обучающихся, снижении уровня отчислений, оптимизации использования инфраструктурных и кадровых ресурсов, а также сокращении временных и финансовых затрат на реализацию административных процедур.

Прежде всего следует подчеркнуть, что одним из наиболее распространённых направлений применения аналитики больших данных в образовательной среде выступает формирование систем раннего предупреждения (Early Warning Systems), которые, опираясь на обработку массивов цифровых следов студентов — включая частоту входов в LMS, динамику выполнения заданий, временные характеристики сдачи работ, результаты промежуточного контроля и показатели посещаемости, — позволяют строить предиктивные модели академических рисков, точность которых, согласно данным практико-ориентированных исследований, достигает 80–90%, что в значительной степени повышает управляемость образовательного процесса за счёт возможности своевременного включения кураторов, тьюторов и преподавателей в работу со студентами, демонстрирующими признаки снижения учебной мотивации или вероятной академической неуспешности.

В свою очередь, накопленный опыт внедрения подобных аналитических систем в университетах, ориентированных на повышение эффективности удержания контингента, показывает, что использование ИИ-моделей, обеспечивающих раннее выявление студентов из группы риска и позволяющих организовать адресные формы поддержки, способствует снижению отчислений, особенно на первых курсах, в среднем на 10–20%, что является крайне значимым результатом как с позиции академической политики, ориентированной на обеспечение равного доступа к получению образования, так и с точки зрения финансово-экономической устойчивости образовательной организации, поскольку сокращение отчислений напрямую связано с сохранением объёма финансирования, плановой наполняемости учебных групп и стабильности образовательных траекторий.

Одновременно с этим статистические данные, отражающие результаты внедрения систем персонализации обучения, основанных на технологиях машинного обучения и рекомендательных алгоритмах, позволяют утверждать, что переход от унифицированных моделей организации учебного процесса к индивидуализированным траекториям, формируемым на основе анализа образовательных предпочтений студентов, их динамики освоения учебного материала, профиля компетенций и индивидуального темпа обучения, приводит к росту вовлеченности обучающихся, что проявляется в увеличении доли успешно завершивших курс, как правило, на 8–12%, а также в росте среднего балла по дисциплинам в диапазоне на 5–15%, особенно в тех учебных модулях, которые традиционно характеризуются высокой сложностью и массовостью, включая базовые курсы по математике, экономической теории, статистике и аналитике данных.

Следует также отметить, что существенный эффект от применения Big Data и ИИ фиксируется не только в академической сфере, но и в области управления ресурсами образовательной организации, поскольку внедрение аналитических моделей,

ориентированных на оптимизацию расписания, распределение аудиторного фонда, прогнозирование загрузки лабораторий, формирование учебных потоков и планирование кадровой потребности, позволяет одновременно повысить точность управленческих решений и сократить объём ручного труда, что, согласно данным управленческих отчётов ряда организаций, выражается в сокращении времени подготовки расписания на 30–50%, снижении числа конфликтов расписания и ошибок распределения на 20–40%, а также уменьшении административной нагрузки на сотрудников учебных управлений и кафедр, которым традиционно приходится осуществлять значительный объём согласований и корректировок в условиях ограниченности инфраструктурных ресурсов.

В дополнение к этому анализ цифровых следов и потоков данных, возникающих в процессе функционирования образовательной организации, позволяет формировать показатели цифровой активности, которые выступают косвенным, но достаточно информативным индикатором степени интеграции технологий Big Data в управленческую модель, поскольку в условиях развитой цифровой среды количество событий, генерируемых одним студентом в LMS за семестр (просмотры материалов, прохождение тестов, сообщения на форумах, загрузка работ, взаимодействие с электронными библиотечными системами), может достигать нескольких тысяч действий, а доля дисциплин, в которых LMS используется не только как канал размещения материалов, но и как инструмент контроля, обратной связи и формирования аналитики, в ведущих университетах приближается к 90–100%, что свидетельствует о превращении цифровой образовательной среды в структурный элемент учебного процесса, а не в вспомогательную технологическую надстройку.

Наконец, рассматривая экономический эффект внедрения больших данных и искусственного интеллекта, необходимо подчеркнуть, что он проявляется не только в прямом сокращении затрат на административные процедуры и оптимизации кадровых и инфраструктурных ресурсов, оцениваемой в диапазоне 10–25% по отдельным направлениям, но и в снижении финансовых потерь, связанных с отчислениями и недобором контингента, поскольку даже уменьшение доли отчисленных студентов на 5–10% в масштабах крупного университета способно привести к сохранению значительных финансовых ресурсов, выражающихся в десятках миллионов рублей, что обусловлено как поддержанием стабильности финансирования, так и снижением издержек на повторный набор, адаптацию и сопровождение новых обучающихся.

Таким образом, совокупность количественных показателей, отражающих эффективность внедрения Big Data и ИИ в управленческие процессы образовательной организации, позволяет сделать вывод о том, что данные технологии, будучи корректно интегрированными в систему принятия решений и подкреплёнными развитой инфраструктурой хранения и обработки данных, обеспечивают переход к более точной, предиктивной и адаптивной модели управления, которая, в отличие от традиционного подхода, основанного преимущественно на периодической отчетности и экспертных оценках, позволяет оперативно выявлять риски, оптимизировать ресурсы и повышать качество образовательных результатов.

Заключение. Оценка экономической эффективности внедрения должна быть многокритериальной и включать как прямые метрики (снижение административных затрат, увеличение доли успешно завершивших обучение, оптимизация использования помещений), так и косвенные (повышение удовлетворенности студентов и преподавателей, рост репутационных рейтингов, ускорение принятия решений).

Большие данные и искусственный интеллект открывают перед управлением образованием принципиально новые возможности, переводя его на уровень предиктивной аналитики и глубокой персонализации. Однако этот путь сопряжен не только с технологическими, но и с глубокими этическими, правовыми и организационными сложностями. Успех цифровой трансформации управления будет определяться не столько мощностью вычислительных алгоритмов, сколько способностью организации выстроить

целостную экосистему: от надежной инфраструктуры данных до культуры ответственного и осмысленного использования аналитики в повседневной практике.

Образовательные организации, которые сумеют найти баланс между технологическими возможностями, человеческим капиталом и этическими принципами, получат значительное конкурентное преимущество в формирующейся цифровой образовательной среде. Дальнейшие исследования должны быть сосредоточены на разработке стандартов и методик оценки воздействия этих технологий на качество образования, а также на правовых моделях, обеспечивающих инновационное развитие без ущерба для прав и свобод личности.

Список источников

1. Агре Н., Гейгер Р.С. Цифровые следы и образовательная аналитика: этические дилеммы новой эпохи // Вопросы образования. 2021. № 3. – С. 8–35.
2. Белых Т.В., Иванченко Д.А. Управление университетом на основе данных: мировой опыт и российская практика. – М.: Изд. дом НИУ ВШЭ, 2022. – 187 с.
3. Ларина Г.С. Искусственный интеллект в высшем образовании: возможности, риски, нормативное регулирование. – СПб.: Алетейя, 2023. – 254 с.
4. Фергюсон Р. Образовательная аналитика: большие данные в обучении и их применение / пер. с англ. А. Каменского. – М.: Бином, 2020. – 336 с.
5. Baker R.S., Inventado P.S. Educational Data Mining and Learning Analytics. – New York: Springer, 2018. – 318p.
6. Popenici S.A.D., Kerr S. Exploring the Impact of Artificial Intelligence on Teaching and Learning in Higher Education // Research and Practice in Technology Enhanced Learning. 2017. Vol. 12, № 22. – P. 1–13.
7. Zawacki-Richter O. et al. Systematic Review of Research on Artificial Intelligence Applications in Higher Education – Where are the Educators? // International Journal of Educational Technology in Higher Education. 2019. Vol. 16, № 39. – P. 1–27.

УДК 004.056

МЕТОД АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОДБОРА ПАРАМЕТРОВ ЗАЩИТЫ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОТ ВИЗАНТИЙСКИХ АГЕНТОВ В ЗАДАЧАХ МОНИТОРИНГА И ОБСЛЕДОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ

Петренко В.И.,

*заведующий кафедрой организации и технологии защиты информации
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»*

e-mail: vipetrenko@ncfu.ru

Тебueva Ф.Б.,

*профессор кафедры вычислительной математики и кибернетики
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»*

e-mail: ftebueva@ncfu.ru

Дибров Н.,

*студент специальности «Компьютерная безопасность»
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»*

e-mail: dibrovnik@yandex.ru

Аннотация. Эффективность мультиагентных систем при мониторинге территорий критически зависит от достоверности данных, которыми обмениваются роботы. Византийское поведение (искажение информации агентами) нарушает координацию, а ручная настройка параметров репутационной защиты трудоемка и уязвима к адаптивным атакам. В работе предложен метод автоматизированного подбора параметров защиты на основе алгоритма перекрестной энтропии (СЕМ). Подход позволяет в RL-стиле находить оптимальный баланс между выявлением аномалий и качеством обследования. Экспериментально показано, что за 1 час автоматического тюнинга точность обнаружения «умных» атак возрастает с 0,11 до 0,34 без снижения эффективности миссии. Результаты подтверждают применимость метода для повышения живучести гражданских мультиагентных систем в условиях информационных искажений.

Ключевые слова: мультиагентные робототехнические системы, мониторинг территорий, византийские агенты, репутационная защита, метод перекрестной энтропии (СЕМ), автоматизированная настройка параметров

AUTOMATED TUNING OF DEFENSE PARAMETERS FOR MULTI-AGENT ROBOTIC SYSTEMS AGAINST BYZANTINE AGENTS IN TERRITORY MONITORING AND SURVEYING TASKS

Petrenko V.I.,

*Head of the Department of Information Security Organization and Technology,
North-Caucasus Federal University*

Tebueva F.B.,

*Professor of the Department of Computational Mathematics and Cybernetics,
North-Caucasus Federal University*

Dibrov N.,

*Student of the speciality "Computer Security",
North-Caucasus Federal University*

Abstract. The efficiency of multi-agent systems in territory monitoring critically depends on the reliability of the data exchanged between robots. Byzantine behavior (information distortion by agents) disrupts coordination, while manual tuning of reputation-based defense parameters is labor-intensive and vulnerable to adaptive attacks. This paper proposes a method for automated defense parameter selection based on the Cross-Entropy Method (CEM) algorithm. This RL-style approach finds an optimal balance between anomaly detection and survey quality. Experimental results demonstrate that a 1-hour automated tuning session increases the detection accuracy of "smart" attacks from 0.11 to 0.34 without degrading mission efficiency. The results confirm the applicability of the method for enhancing the survivability of civilian multi-agent systems under information distortion conditions.

Keywords: multi-agent robotic systems, territory monitoring, Byzantine agents, reputation defense, cross-entropy method (CEM), automated parameter tuning

Введение. Мультиагентные робототехнические системы (МАРС) находят все более широкое применение в гражданских задачах мониторинга территорий и обследования зон чрезвычайных ситуаций. Эффективность функционирования таких групп в условиях децентрализации напрямую зависит от надежности протоколов обмена информацией, обеспечивающих координацию и достижение консенсуса [1, 2]. Однако открытый характер взаимодействия делает МАРС уязвимыми к так называемым «византийским» угрозам – воздействиям, при которых отдельные агенты передают искаженные данные для дезорганизации групповой работы [3]. Особую сложность представляют сценарии функционирования в условиях нестабильной или прерывистой связи, где информационные искажения могут маскироваться под технические сбои сети [4].

Проблема обеспечения информационной безопасности и выявления аномального поведения роботов в роевых структурах является предметом активных исследований [7, 8]. Установлено, что риски нарушения безопасности возрастают пропорционально численности группы, что требует разработки специфических механизмов формирования доверительных отношений и повышения устойчивости алгоритмов коллективного управления. Одной из ключевых задач здесь является идентификация вредоносных агентов в процессе принятия групповых решений. Решение данной задачи часто базируется на анализе отклонений поведения отдельных роботов от групповой логики и внедрении алгоритмов противодействия координированным стратегиям атак [5]. Дальнейшее развитие этого направления связано с методами динамической корректировки показателей истинности сообщений для пресечения распространения вредоносной информации в сети.

Современным вектором развития защиты МАРС является создание моделей доверенного взаимодействия в децентрализованных средах. Тем не менее, «умные» византийские атаки (например, стратегия «балансирования на грани порога») способны эффективно обходить статические фильтры защиты, подстраиваясь под установленные параметры детектирования [1]. Это обуславливает необходимость создания адаптивных механизмов, параметры которых могли бы автоматически настраиваться под конкретный сценарий мониторинга.

В области машинного обучения для оптимизации стратегий в мультиагентных средах широкое распространение получил метод перекрестной энтропии (Cross-Entropy Method, CEM), зарекомендовавший себя как эффективный инструмент стохастической оптимизации для поиска политик управления в сложных системах. Однако потенциал CEM для автоматизированного подбора параметров репутационной защиты в задачах мониторинга территорий остается недостаточно раскрытым. Реализация подобных подходов требует создания специализированного программного обеспечения для поиска оптимальных конфигураций защиты в различных условиях функционирования [6].

Целью данной работы является разработка и экспериментальная валидация метода автоматизированного подбора параметров защиты МАРС на основе метода перекрестной энтропии. Предложенный подход позволяет в режиме обучения с подкреплением находить оптимальный баланс между чувствительностью к атакам и сохранением функциональной эффективности миссии, минимизируя необходимость трудоемкой ручной калибровки системы экспертами.

Предлагаемый метод автоматизированного подбора параметров защиты МАРС

Для решения проблемы низкой эффективности статических механизмов защиты в мультиагентных МАРС предложен метод автоматизированной настройки параметров на основе алгоритма перекрестной энтропии (*Cross-Entropy Method, CEM*). В рамках данного подхода задача поиска оптимальной конфигурации защиты рассматривается как задача стохастической оптимизации по аналогии с обучением с подкреплением.

Метод базируется на итеративном обновлении распределения вектора параметров защиты θ . Вектор оптимизируемых параметров включает в себя критические пороги верификации сообщений:

$$\theta = [T_p, N_v, W_d, S_f], \quad (1)$$

где T_p – порог выполнения «обещания» агентом (допустимое отклонение фактического вклада от заявленного); N_v – количество нарушений до присвоения агенту статуса «подозрительный»; W_d – коэффициент репутационного штрафа, снижающий влияние подозрительного агента; S_f – количество шагов, необходимых для частичного восстановления доверия.

Целевая функция (награда) $R(\theta)$ формируется как агрегированный показатель, учитывающий результаты серии испытаний (эпизодов) на заданном временном интервале.

Расчёт награды производится по формуле:

$$R(\theta) = w_d \cdot \bar{D} + w_e \cdot \bar{E} - w_f \cdot F - w_{fp} \cdot \bar{F}P, \quad (2)$$

где $\bar{D}$ – средняя частота корректного обнаружения византийского агента; $\bar{E}$ – средняя эффективность обследования территории; F – штраф за неуспешные эпизоды; $\bar{F}P$ – показатель ложноположительных срабатываний на «чистых» сценариях без атак; w_d, w_e, w_f, w_{fp} – весовые коэффициенты, определяющие приоритетность соответствующих метрик при оптимизации (задаются исходя из требований к конкретной миссии мониторинга).

Алгоритм поиска параметров (СЕМ) состоит с нижеследующих шагов.

Шаг 1. Генерация кандидатов.

Из нормального распределения $\mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$ генерируется популяция векторов параметров θ_i (1). Полученные значения ограничиваются пределами физически допустимых диапазонов для каждого параметра.

Шаг 2. Параллельная оценка.

Каждый кандидат оценивается на наборе из N эпизодов в симуляционной среде. Для ускорения процесса настройки применяются параллельные вычисления.

Шаг 3. Отбор «элиты».

Из текущей популяции выбирается фиксированная доля лучших кандидатов, показавших максимальное значение награды $R(\theta)$ (2).

Шаг 4. Обновление распределения.

Параметры μ и σ нормального распределения пересчитываются на основе выбранной «элиты». Для предотвращения преждевременной сходимости к локальному минимуму устанавливается нижняя граница среднеквадратичного отклонения (σ_{floor}):

$$\sigma_{\text{new}} = \max(\sigma_{\text{elite}}, \sigma_{\text{floor}}). \quad (3)$$

Шаг 5. Критерий остановки.

Процесс повторяется до исчерпания заданного временного лимита или достижения необходимого числа итераций.

Предложенный метод обеспечивает адаптацию механизмов репутационной защиты к сложным стратегиям деструктивного воздействия, включая информационные атаки, направленные на обход статических фильтров за счет балансирования на грани установленных порогов чувствительности. Путем варьирования вектора параметров (1) и автоматизации поиска компромисса в рамках целевой функции (2) достигается существенное повышение живучести мультиагентных робототехнических систем. Ключевым преимуществом данного подхода является его инвариантность к внешним условиям: алгоритм на каждой итерации пересчитывает распределение параметров согласно выражению (3), самостоятельно конфигурируя защиту под специфику обследуемой территории и характер информационных искажений. Это исключает необходимость трудоемкой ручной калибровки системы экспертами при каждой смене сценария мониторинга, обеспечивая высокую степень автономности и гибкость управления безопасностью в децентрализованных группах.

Эксперимент. Апробация метода проводилась в симуляционной среде, моделирующей работу группы из 4 мобильных роботов в задаче обследования неизвестной территории. В качестве базового сценария выбран тип информационной атаки «балансирование на грани порога». Данная стратегия характеризуется тем, что византийский агент подбирает величину искажения данных таким образом, чтобы минимизировать вероятность срабатывания классических фильтров с фиксированными параметрами, постепенно уводя группу от оптимальных целей.

Процесс автоматизированной настройки параметров защиты выполнялся с ограничением по времени в 3600 секунд (1 час). Конфигурация процесса включала параллельную оценку кандидатов на укороченных циклах функционирования (по 120 шагов), что позволило алгоритму перекрестной энтропии обработать репрезентативный объем выборки в рамках заданного временного лимита. В ходе настройки варьировались четыре ключевых параметра вектора (1), представленные в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение базовых и настроенных параметров защиты

Параметр	Базовое значение	Настроенное значение
Порог выполнения обязательств, T_p	0,100	0,119
Порог числа нарушений, N_v	0,500	0,623
Коэффициент снижения репутации, W_d	2	1
Шаги восстановления доверия, S_f	50	56

Сравнительный анализ эффективности системы защиты с базовыми и оптимизированными параметрами проводился на полной выборке из 100 контрольных эпизодов. Оценка производилась на основе комплекса показателей, характеризующих как качество обнаружения угроз, так и общую результативность функционирования робототехнической группы:

1. Частота корректного обнаружения P_d – вероятность идентификации вредоносного агента системой защиты:

$$P_d = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 1(S_{byz,i} = \text{suspicious}), \quad (4)$$

где N – общее количество эпизодов; $1(S_{byz,i} = \text{suspicious})$ – индикаторная функция, принимающая значение 1, если византийский агент был переведен в статус подозрительного в i -м эпизоде, и 0 в противном случае.

2. Успешность выполнения миссии S_{rate} – средний показатель достижения целевого состояния группы:

$$S_{rate} = \frac{N_{success}}{N}, \quad (5)$$

где $N_{success}$ – количество эпизодов, в которых группа роботов завершила обследование территории в рамках заданного лимита времени.

3. Доля обследованной территории E_{rate} – средний коэффициент покрытия зоны интереса:

$$E_{rate} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{Area_{explored,i}}{Area_{total}}, \quad (6)$$

где $Area_{explored,i}$ – площадь, обследованная сенсорами группы в i -м эпизоде; $Area_{total}$ – общая площадь территории мониторинга.

4. Степень влияния византийского агента I_{byz} – доля решений группы, принятых под воздействием искаженной информации:

$$I_{byz} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{M_{target,i}}{M_{total,i}}, \quad (7)$$

где $M_{target,i}$ – количество перемещений к целям, предложенным византийским агентом; $M_{total,i}$ – общее количество перемещений к целям всех агентов в i -м эпизоде.

5. Средний показатель подозрительности A_{susp} – среднее число агентов, находящихся под действием репутационного штрафа:

$$A_{susp} = \frac{1}{N \cdot T} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T n_{susp,i}(t), \quad (8)$$

где $n_{susp,i}$ – мгновенное количество агентов со статусом подозрительных в момент времени t внутри i -го эпизода; T – продолжительность эпизода.

Результаты сопоставления ключевых показателей представлены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели эффективности функционирования МАРС

Группа метрик	Показатель	Базовая защита	Оптимизированная защита
Детектирование	Частота корректного обнаружения (4)	0,11	0,34
Эффективность	Успешность выполнения миссии (5)	1,00	1,00
Эффективность	Доля обследованной территории (6)	0,9983	0,9985
Надежность	Степень влияния византийского агента (7)	0,4412	0,3973
Диагностика	Средний показатель подозрительности (8)	0,32	1,32

Визуализация полученных результатов позволяет более детально проследить взаимосвязь между процессом автоматизированной настройки и изменением функциональных характеристик системы. На рисунке 1 представлена динамика ключевых показателей эффективности в ходе проведения экспериментов. Графики наглядно демонстрируют преимущество оптимизированной конфигурации параметров (1) над базовыми значениями, особенно в части роста частоты обнаружения деструктивных воздействий при сохранении стабильно высокого уровня покрытия территории. Особое внимание следует обратить на характер изменения метрик в условиях адаптивной атаки, где предложенный метод позволяет своевременно идентифицировать скрытые искажения данных и минимизировать их влияние на коллективное принятие решений

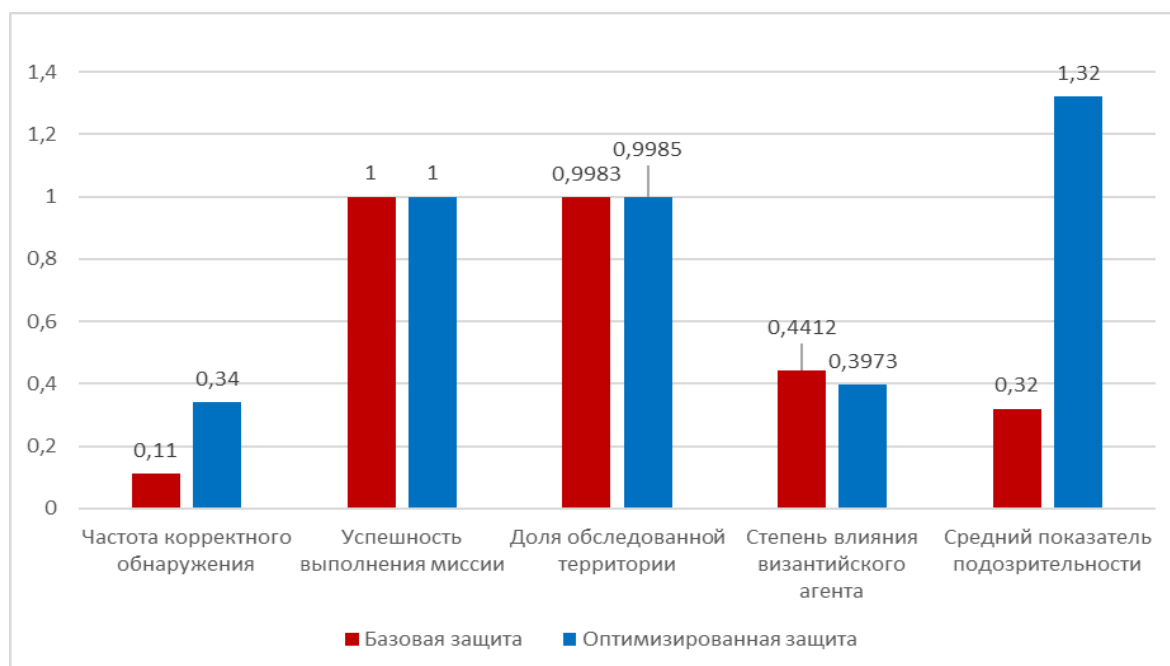


Рис. 1. Динамика изменения показателей эффективности МАРС до и после автоматизированной настройки параметров защиты

Обобщая результаты проведенных исследований, можно констатировать высокую эффективность применения разработанного метода автоматизированного подбора параметров

защиты мультиагентных робототехнических систем от византийских агентов в задачах мониторинга и обследования территорий. Основным результатом автоматизированной настройки стало увеличение частоты корректного обнаружения адаптивных атак P_d (4) более чем в три раза – с 0,11 до 0,34. Примечательно, что столь существенный рост защищенности был достигнут при сохранении стабильно высоких функциональных показателей: успешность выполнения миссии S_{rate} (5) осталась на уровне 1,00, а доля обследованной территории S_{rate} (6) сохранилась в пределах 0,998. Такая устойчивость подтверждает адекватность сформированной целевой функции, которая позволила алгоритму найти оптимальную конфигурацию параметров без ущерба для производительности робототехнической группы.

Анализ изменений в векторе параметров показывает, что рост защищенности напрямую связан с переходом к более строгой политике репутационной фильтрации, в частности, за счет снижения порога допустимых нарушений N_v с 2 до 1. В сочетании с усилением штрафного коэффициента W_d до 0,623 это обеспечило оперативное ограничение деструктивного влияния византийского агента на коллективные решения, которое снизилось с 0,44 до 0,39. Данный процесс обеспечил стабилизацию мониторинга в условиях активного информационного противодействия и минимизировал количество перемещений к ложным целям, навязываемым атакующим.

Вместе с тем выявленная динамика роста среднего показателя подозрительности A_{susp} (8) с 0,32 до 1,32 указывает на существование фундаментального компромисса между чувствительностью системы и риском необоснованного ограничения добросовестных агентов. Повышение интенсивности фильтрации, обеспечившее детекцию скрытых атак, одновременно привело к росту числа ложных подозрений, что является закономерным следствием ужесточения критериев верификации.

Заключение. В настоящей работе исследована актуальная проблема обеспечения информационной безопасности МАРС в задачах гражданского мониторинга территорий при нестабильной связи. Показано, что применение механизмов репутационной защиты со статическими параметрами формирует «слепые зоны», которые эксплуатируются адаптивными византийскими атаками, в то время как традиционная ручная калибровка защиты отличается высокой трудоемкостью и низкой эффективностью при смене условий функционирования.

Для преодоления указанных недостатков разработан метод автоматизированного подбора параметров защиты на основе алгоритма перекрестной энтропии (СЕМ). Предложенный подход позволяет рассматривать процесс настройки параметров как задачу стохастической оптимизации, обеспечивая поиск рационального баланса между чувствительностью механизмов верификации и функциональной эффективностью системы обследования территорий.

Экспериментальная апробация метода в сценариях со сложным информационным воздействием («балансирование на грани порога») подтвердила его работоспособность. Установлено, что за ограниченный временной лимит (1 час) автоматизированная настройка параметров вектора (1) позволяет увеличить частоту корректного обнаружения византийских агентов с 0,11 до 0,34 без снижения успешности выполнения миссии и полноты охвата территории.

Ключевым выявленным компромиссом стал рост среднего показателя подозрительности с 0,32 до 1,32, что указывает на необходимость дальнейших исследований в части валидации предложенного метода на сценариях функционирования без информационных атак. Перспективным направлением развития работы является уточнение весовых коэффициентов целевой функции (2) для минимизации вероятности необоснованного исключения добросовестных агентов из процесса коллективной координации.

Разработанный метод может быть рекомендован для повышения живучести децентрализованных робототехнических групп гражданского назначения, функционирующих в условиях неопределенности и возможных деструктивных воздействий на каналы обмена данными.

Список источников

1. Li S., Guo J., Xiu J., Xu R., Yu X., Wang J., Liu A., Yang Y., Liu X. Byzantine Robust Cooperative Multi-Agent Reinforcement Learning as a Bayesian Game. International Conference on Learning Representations (ICLR 2024). 2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://openreview.net/forum?id=YvKJGYL4j7>. (Дата обращения: 01.02.2026).
2. Moroncelli A., Pacheco A. M., Strobel V., Lajoie P.-Y., Dorigo M., Reina A. Byzantine Fault Detection in Swarm-SLAM Using Blockchain and Geometric Constraints. Swarm Intelligence (ANTS 2024). Lecture Notes in Computer Science. 2024. [Электронный ресурс]. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-69913-9_5. (Дата обращения: 01.02.2026).
3. Strawn K., Ayanian N. Byzantine Fault Tolerant Consensus for Lifelong and Online Multi-robot Pickup and Delivery. Distributed Autonomous Robotic Systems. 2022. – С. 31-44.
4. Tan D. M. S., Ma Y., Liang J., Chng Y. C., Cao Y., Sartoretti G. IR²: Implicit Rendezvous for Robotic Exploration Teams under Sparse Intermittent Connectivity. arXiv. 2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/abs/2403.04165>. (Дата обращения: 01.02.2026).
5. Zikratov I.A., Zikratova T. V., Novikov E. A. Swarm Robotics System Algorithm for Defense against Coordinated Behavior Strategy Attacks. Proceedings of Telecommunication Universities. 2024. № 10 (3). – С. 75-86.
6. Дибров Н. Исходный код метода автоматического подбора параметров защиты от византийских агентов (Byzantine Defense RL-Tuner, CEM). Репозиторий GitHub. 2026. [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/dibrovnik/byzantine-defense-tuner>. (Дата обращения: 01.02.2026).
7. Петренко В.И. Метод глубокого мультиагентного обучения с подкреплением для мобильных киберфизических систем с повышенными требованиями к функциональной безопасности. Системы управления, связи и безопасности. 2021. № 3. – С. 179-206.
8. Петренко В.И. Повышение устойчивости функционирования мобильных киберфизических систем в пространственно-распределенных задачах при глубоком мультиагентном обучении с подкреплением. Перспективы науки. 2021. № 3 (138). – С. 164-169.

УДК 528.8:004.93 (публикация отозвана 22.09.2026)

**СИСТЕМА АНАЛИЗА АЭРОСНИМКОВ БПЛА
ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ВЫРУБКИ ЛЕСОВ****Хаджимагомадов М.С.,***студент кафедры «Программная Инженерия»**ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»**e-mail: mahadji20042210@mail.ru***Гериханов З.А.,***доцент кафедры «Программирование и инфокоммуникационные технологии»**ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»**e-mail: z.gerikhanov@gmail.com*

Аннотация. Представлена концепция и прототип программно-аппаратной системы, предназначенной для автоматизированного выявления и картографирования фактов вырубки лесов по многовременным данным дистанционного зондирования. Система включает материалы аэрофотосъемки с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Ключевая идея состоит в двухэтапной схеме: (1) семантическая сегментация лесного покрова на каждом временном срезе с использованием сверточных нейросетей; (2) детектирование изменений по разности и пересечению тематических масок с последующей векторизацией и оценкой достоверности. Описаны процедуры предварительной обработки (маскирование облачности, ортопривязка, согласование пространственного разрешения), архитектура сервисов обработки и веб-интерфейс для оперативной визуализации очагов изменений. Предложены метрики качества и регламент формирования сигнала о возможной незаконной рубке. Показано, что БПЛА снижают трудоемкость наземных обследований и повысят оперативность реакции надзорных органов.

Ключевые слова: снимки БПЛА, БПЛА, мониторинг лесов, анализ изображений, вырубка лесов.

UAV IMAGE ANALYSIS SYSTEM FOR DEFORESTATION MONITORING**Khadzhimagomadov M.S.***Student of the Department of Software Engineering**Kadyrov Chechen State University***Gerikhanov Z.A.,***Associate Professor of the Department of Programming**and Information and Communication Technologies**Kadyrov Chechen State University*

Abstract. The paper presents a concept and a prototype of a software–hardware system designed for the automated detection and mapping of forest logging events based on multitemporal remote sensing data. The system integrates aerial imagery acquired from unmanned aerial vehicles (UAVs). The key idea is a two-stage processing scheme: (1) semantic segmentation of forest cover for each temporal snapshot using convolutional neural networks; (2) change detection based on differencing and intersection of thematic masks, followed by vectorization and reliability assessment. Procedures for data preprocessing, including cloud masking, orthorectification, and spatial resolution harmonization, are described, along with the architecture of processing services and a web interface for the operational visualization of detected change hotspots. Quality metrics and a regulation for generating alerts about potential illegal logging events are proposed. The results demonstrate that the use of UAV data reduces the labor intensity of ground surveys and improves the response time of supervisory authorities.

Keywords: UAV images, UAV, forest monitoring, image analysis, deforestation.

Уменьшение лесного покрова представляет собой одну из наиболее острых экологических угроз, подрывающих устойчивость природных экосистем, видовое разнообразие и способность планеты к поглощению углерода. Мировые лесные ресурсы продолжают уменьшаться, что требует развития инструментов мониторинга, обеспечивающих регулярное и сопоставимое наблюдение больших территорий [1]. Классические наземные обходы и выборочные обследования дают детальную информацию, однако они трудоемки, дорогие и не обеспечивают требуемую оперативность при контроле удаленных районов.

Данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) позволяют решать задачу мониторинга лесного покрова на региональном и глобальном уровне. Ярким примером является построение глобальных карт изменений лесного покрова по архиву Landsat, показавшее возможность количественной оценки потерь и приростов лесов на длительных интервалах [2]. Однако для практических задач выявления незаконных рубок часто требуется сочетать широкий охват с высокой детализацией и возможностью оперативного подтверждения на месте (БПЛА). Данные могут страдать от облачности и ограничений по пространственному разрешению, тогда как БПЛА обеспечивают сантиметровую детализацию, но ограничены площадью и организационными затратами.

В настоящей работе предлагается система БПЛА - для детального обследования и уточнения границ вырубки [5]. В качестве основного аналитического ядра рассматривается семантическая сегментация лесного покрова с последующим детектированием изменений. Выбор обусловлен тем, что современные нейросетевые архитектуры демонстрируют высокую точность пиксельной классификации и устойчивость к вариативности текстур и освещенности при наличии корректной обучающей выборки.

Цель работы - разработка архитектуры и алгоритмического контура системы анализа ортофотопланов БПЛА для отслеживания вырубки лесов с формированием карт изменений и уведомлений для последующей проверки.

Для достижения цели решаются следующие задачи: 1) определить набор входных данных и требования к их предварительной обработке; 2) предложить алгоритм сегментации лесного покрова, применимый к данным разного разрешения; 3) сформировать метод детектирования изменений и правила агрегации результатов в объекты вырубок; 4) описать программную архитектуру сервисов обработки и визуализации; 5) определить метрики качества и сценарий тестирования прототипа.

Исходные данные и предпосылки

Система ориентирована на использование открытых материалов БПЛА (RGB и при наличии - мультиспектральные камеры). На практике для мониторинга вырубок важны: а) регулярность повторных съемок; б) достаточная пространственная детализация; в) геометрическая сопоставимость по датам; г) наличие опорных границ (контуры кварталов, ООПТ, аренды) и вспомогательных слоев (ЦМР, дорожная сеть).

Далее предполагается, что все растровые данные приводятся к единой системе координат и проходят базовую радиометрическую нормализацию, достаточную для стабильной работы моделей. Для снимков важным этапом является маскирование облачности и теней, поскольку ложные изменения из-за облаков являются одним из основных источников ошибок при анализе временных рядов. Для БПЛА обязательны фотограмметрическая обработка и построение ортофотоплана с использованием данных позиционирования и, при необходимости, наземных опорных точек [4].

Предварительная обработка

Предварительная обработка направлена на обеспечение сопоставимости изображений, полученных в разные моменты времени, а также на снижение влияния мешающих факторов. На данном этапе выполняется отбор сцен с учётом сезонной однородности и минимальной облачности, после чего данные приводятся к отражательной способности поверхности. Особое внимание уделяется выявлению и исключению облаков и теней, которые являются одним из основных источников ложных изменений при анализе временных рядов; для этого применяются специализированные алгоритмы маскирования [4]. Далее осуществляется геометрическое согласование изображений по опорной дате и приведение их к единому пространственному разрешению, что обеспечивает корректное пиксельное сравнение. Дополнительно рассчитываются спектральные индексы, характеризующие состояние растительного покрова, которые используются в качестве вспомогательных признаков при последующей сегментации и детектировании изменений.

Для данных БПЛА выполняются: 1) фотограмметрическое построение облака точек и цифровой модели поверхности; 2) ортопривязка и создание мозаики; 3) устранение яркостных

швов и нормализация экспозиции; 4) при необходимости - приведение ортофотоплана к требуемому разрешению и вырезка тайлов для подачи на модель сегментации. Критично обеспечить геометрическую точность, поскольку дальнейшее детектирование изменений опирается на сравнение пиксельных масок по времени.

Методы: сегментация лесного покрова и детектирование изменений

Задача мониторинга вырубок может решаться различными методами цифрового детектирования изменений: дифференцирование изображений, сравнение индексов растительности, классификация по датам с последующим сравнением карт, подходы на основе главных компонент и др. [3]. В системе предлагается использовать стратегию «сегментация и изменения», поскольку она обеспечивает интерпретируемый промежуточный результат (карта леса/вырубки) и позволяет применять единый механизм выявления вырубки для данных разных источников.

На первом этапе для каждой даты строится бинарная маска лесного покрова. В качестве базовой архитектуры рассматривается семейство U-Net, показавшее эффективность в задачах точной сегментации [5], а также более современные энкодер-декодер модели с атриусными (dilated) свертками, например DeepLabv3+ [6]. Для БПЛА в качестве входа могут использоваться - RGB (и при наличии NIR/RedEdge). Обучение выполняется на размеченных полигонах (лес/не лес, а при расширении - классы «вырубка», «гарь», «вода», «пашня»), с аугментациями (повороты, отражения, изменение яркости/контраста) и стратегиями борьбы с дисбалансом классов (взвешенная функция потерь, focal loss).

На втором этапе выполняется детектирование вырубки между датами t_1 и t_2 . Пусть Ft_1 и Ft_2 - бинарные маски леса (1 - лес, 0 - не лес). Тогда маска потерь леса $Lt_1 \rightarrow t_2$ определяется как $Lt_1 \rightarrow t_2 = Ft_1 \wedge \neg Ft_2$. Для снижения ложных срабатываний вводятся дополнительные правила фильтрации: (а) исключение пикселей, попавших в маску облачности хотя бы на одной дате; (б) порог по величине изменения индекса NDVI или NBR; (в) морфологическая фильтрация и отбрасывание объектов меньше минимальной картографируемой площади (например, 0,1-0,25 га в зависимости от разрешения). Далее маска $Lt_1 \rightarrow t_2$ векторизуется в полигоны, каждому полигону назначаются атрибуты: площадь, дата обнаружения, источник данных, средняя уверенность модели, и формируется список кандидатов на проверку.

Оценка уверенности может строиться на вероятностной карте сегментации (softmax/sigmoid) и на согласованности изменений между несколькими парами дат (например, $t-1 \rightarrow t$, $t \rightarrow t+1$). Если объект «вырубка» сохраняется на последующих датах (при отсутствии облаков), его достоверность повышается. При наличии материалов БПЛА система использует их как канал подтверждения: для зоны риска формируется маршрут съемки, затем ортофотоплан сегментируется той же моделью (в варианте, обученном на БПЛА), после чего уточняются границы вырубки и вычисляются показатели, полезные для эксперта (например, доля площади с признаками свежей рубки по текстуре и цвету).

Архитектура системы

Система реализуется по сервисной архитектуре и включает уровни: 1) уровень данных, 2) уровень обработки, 3) уровень аналитики, 4) уровень представления результатов. Уровень данных содержит хранилище растров и метаданных, каталог сцен, а также векторные слои. Уровень обработки реализует цепочки предварительной обработки (маски облаков, ресэмплинг, тайлинг) и обеспечивает воспроизводимость расчетов. Уровень аналитики включает сервис нейросетевой сегментации и сервис детектирования изменений, формирующие полигоны событий. Уровень представления - веб-карта и панель мониторинга, позволяющие просматривать изменения, экспортировать отчеты и назначать проверки.

Для масштабирования вычислений целесообразно использовать очередь заданий и пакетную обработку тайлов, а также кэширование промежуточных результатов (маски облаков, нормализованные композиты). Сервис сегментации предоставляет API, принимающий тайл и возвращающий вероятностную карту леса; сервис изменений агрегирует результаты по территории интереса и временным окнам.

Сценарий тестирования и метрики качества

Проверка прототипа проводится на тестовой территории, для которой доступны многовременные данные и хотя бы несколько вылетов БПЛА. В качестве эталона используются полигоны рубок, полученные из лесоустроительных материалов, актов обследований или ручной разметки по снимкам. Качество сегментации оценивается по метрикам IoU (Intersection over Union), F1-score и точности/полноте по пикселям. Качество детектирования вырубок оценивается по совпадению полигонов (IoU по объектам), доле обнаруженных рубок выше минимальной площади, а также по количеству ложных срабатываний на единицу площади.

В демонстрационном эксперименте (на ограниченной выборке ортофотопланов БПЛА) модель U-Net, обученная на бинарной задаче «лес/не лес» с последующим выделением потерь, показала устойчивость к вариативности освещенности при использовании аугментаций. Для БПЛА типично достигается более высокая точность границ за счет высокого разрешения, тогда как для данных критичны облачность и сезонность. На практике целесообразно проводить сравнение дат внутри одного фенологического окна (например, лето-лето), а при необходимости использовать несколько соседних дат для подтверждения события.

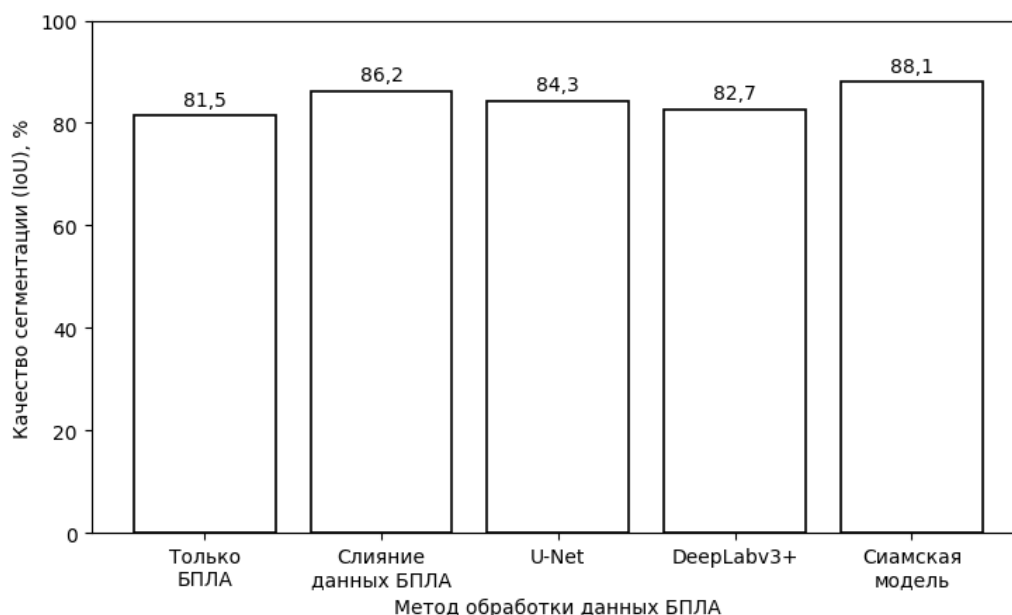


Рис. 1. Сравнение методов сегментации при выявлении вырубок леса по данным БПЛА

Обсуждение ограничений и направлений развития

К основным ограничениям предлагаемого подхода относятся факторы, связанные с сезонной изменчивостью растительности и фенологическими особенностями, которые в ряде случаев могут маскировать факты вырубки либо приводить к появлению ложных изменений. Существенное влияние на результаты анализа оказывают облачность и тени, особенно характерные для горных и прибрежных территорий, что усложняет интерпретацию данных. Дополнительные сложности связаны с эффектом смешанных пикселей и недостаточной пространственной детализацией изображений при выявлении малых по площади рубок, а также с ограниченной переносимостью обученной модели между регионами, отличающимися типами леса и фоновыми условиями [4].

Перспективным развитием является включение радиолокационных данных (SAR), менее чувствительных к облачности, а также использование сиамских сетей и специализированных моделей изменений, обученных непосредственно на парных снимках. Кроме того, развитие тематической классификации (вырубка/пожар/ветровал) и включение контекстных признаков (расстояние до дорог, границы леса) может повысить практическую

полезность сигналов. Обзор современных нейросетевых подходов к задаче вырубок подтверждает актуальность многомасштабных моделей и механизмов внимания [6].

Таким образом, разработана и описана концепция системы анализа БПЛА-снимков для отслеживания вырубки лесов. Предложен алгоритмический контур на основе семантической сегментации лесного покрова и детектирования изменений между временными срезами, включающий процедуры предварительной обработки, фильтрации ложных изменений и векторизации результатов. Представлена сервисная архитектура, обеспечивающая масштабируемую обработку и визуализацию на веб-карте. Показано, что интеграция скрининга с БПЛА-подтверждением позволяет совместить широкий охват и высокую детализацию, что делает подход применимым для задач оперативного экологического контроля.

Внедрение автоматизированной системы для раннего обнаружения вырубок значительно упрощает анализ снимков, позволяя инспекторам сосредоточиться на участках с высоким риском нарушений. Применение дронов для проверки и точного определения границ этих изменений улучшает качество доказательств и картографических данных. Эта система может быть интегрирована в цифровую платформу лесного мониторинга, помогая формировать отчёты, контролировать арендаторов и принимать обоснованные решения. Регулярное обновление данных обеспечит быстрое выявление незаконных рубок и оперативную реакцию надзорных органов.

Список источников

1. Кашницкий А.В., Платонов А.С. Применение данных дистанционного зондирования для мониторинга состояния лесных экосистем // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъёмка. – М., 2019. № 4. – С. 67–74.
2. Бунтова О.Ю., Мухарамова С.С. Детектирование изменений лесного покрова по данным дистанционного зондирования Земли. Научный вестник Томского государственного университета. 2018. № 414. – С. 35–45.
3. Кашкин В.Б. Дистанционное зондирование Земли. – М.: Академический проект, 2007. – 432 с.
4. Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). – М.: Россия молодая, 1994. – 367 с.
5. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. – 318 с.

УДК 004.056.55 (публикация отозвана 22.09.2026)

КРИТЕРИИ ВЫБОРА МЕТОДОВ ГЕНЕРАЦИИ КРИПТОГРАФИЧЕСКИ СТОЙКИХ ПАРОЛЕЙ И МНЕМОНИЧЕСКИХ ФРАЗ: СИСТЕМНЫЙ И НОРМАТИВНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ АНАЛИЗ

Хатаева Ф.Р.,

*магистрантка 1-го курса «Информатика и вычислительная техника»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»*

e-mail: kh.far@mail.ru

Дахкильгова К.Б.,

*доцент кафедры «Программирование и инфокоммуникационные технологии»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»*

e-mail: bkb20@inbox.ru

Аннотация. В условиях быстрого роста киберугроз и объема защищаемых данных проблема корректного выбора метода генерации аутентификационных данных становится критически важной. На основе анализа научных публикаций, нормативных документов (ГОСТ Р 58833-2020, рекомендации NIST SP 800-63B) и отраслевых стандартов (BIP-39) систематизированы и структурированы три ключевых критерия выбора: 1) криптографическая стойкость, измеряемая через энтропию и проверку по словарям утечек данных; 2) удобство использования и запоминаемости (usability); 3) соответствие регуляторным требованиям. На основе данных критериев проведена классификация типовых сценариев использования (персональный, корпоративный, критическая инфраструктура) и выполнен сопоставительный анализ распространенных методов генерации на основе нормативных и научных источников (случайные пароли, мнемонические фразы, алгоритмические шаблоны) в виде сводной таблицы. Практическим результатом работы является структурированный набор рекомендаций, позволяющий обоснованно выбирать метод генерации в зависимости от контекста применения, обеспечивая оптимальный баланс между безопасностью, практичностью и нормативной легитимностью.

Ключевые слова: криптографическая стойкость, энтропия, мнемоническая фраза, BIP-39, аутентификация, информационная безопасность, NIST, usability, критерии выбора.

CRITERIA FOR SELECTING METHODS OF GENERATING CRYPTOGRAPHICALLY STRONG PASSWORDS AND MNEMONIC PHRASES: A SYSTEMATIC AND NORMATIVE-ORIENTED ANALYSIS

Khataeva F.R.,

*1st-year Master's student of Computer Science and Computer Engineering
Kadyrov Chechen State University*

Dakhkilgova K.B.,

*Associate Professor of the Department of Programming
and Information and Communication Technologies*

Kadyrov Chechen State University

Abstract. In the context of the rapid growth of cyber threats and the increasing volume of protected data, the problem of correctly selecting a method for generating authentication data becomes critically important. Based on an analysis of scientific publications, regulatory documents (GOST R 58833-2020, NIST SP 800-63B recommendations), and industry standards (BIP-39), three key selection criteria are systematized and structured: (1) cryptographic strength, measured through entropy and verification against dictionaries of compromised data; (2) usability and memorability; and (3) compliance with regulatory requirements. Using these criteria, a classification of typical usage scenarios (personal, corporate, and critical infrastructure) is performed, and a comparative analysis of common generation methods described in regulatory and scientific sources (random passwords, mnemonic phrases, and algorithmic patterns) is conducted and presented in the form of a summary table. The practical outcome of this work is a structured set of recommendations that enables a well-founded selection of a generation method depending on the application context, ensuring an optimal balance between security, practicality, and regulatory legitimacy.

Keywords: cryptographic strength, entropy, mnemonic phrase, BIP-39, authentication, information security, NIST, usability, selection criteria.

Пароли и их современная эволюция – мнемонические фразы (passphrases) – являются доминирующим фактором аутентификации «знанием» (knowledge factor) в большинстве информационных систем. Но парадокс современной цифровой безопасности заключается в том, что, несмотря на исследования в области криптографии и создания сложных генераторов псевдослучайных чисел, уровень защиты часто определяется не только алгоритмом генерации, но и **критерием выбора этого алгоритма** для конкретного сценария.

Традиционные подходы к оценке сводятся к измерению энтропии или проверке соответствия политикам сложности. Эти методы, несмотря на их необходимость, недостаточны. Они игнорируют ключевые аспекты: человеческий фактор и удобство запоминания, напрямую влияющие на практическую безопасность; необходимость соответствия не только техническим, но и регуляторным требованиям (ГОСТ, NIST, отраслевые стандарты); разницу в требованиях к паролю для почтового ящика и seed-фразе для криптокошелька. Таким образом, возникает методологический разрыв между теоретической стойкостью и практической применимостью.

Целью исследования является преодоление этого разрыва путем систематизации критериев выбора метода генерации. Работа носит аналитико-методологический характер и не предлагает программную реализацию генераторов.

Для достижения цели решаются следующие **задачи**:

1. выявить и формализовать ключевые критерии оценки на основе анализа научной литературы и нормативной базы;
2. классифицировать типовые сценарии использования аутентификационных данных;
3. провести сопоставительный анализ методов генерации на основе формализованных критериев и сценариев;
4. сформулировать структурированные практические рекомендации.

В работе применен метод критического анализа и систематизации. Источниковую базу составили научные статьи в области оценки стойкости паролей и методов аутентификации, отобранные в репозитории КиберЛенинка, нормативно-правовые акты РФ (ГОСТ Р 58833-2020) и международные рекомендации (серия NIST SP 800-63B), анализ которых проведен по текстам документов и авторитетным обзорам, технические стандарты и отраслевые практики (ВІР-39), описанные в технической документации и публикациях. Анализ проводился путем экстракции ключевых положений, их сравнительного сопоставления и синтеза в единую систему критериев.

Выбор метода генерации требует оценки по трем взаимосвязанным осям.

Критерий К1 (криптографическая стойкость). Данный критерий является количественно измеримым. Его основа – **энтропия (H)**, измеряемая в битах, которая определяет пространство ключей для атаки полным перебором (brute-force).

Согласно работе Костарева С.А., практическая оценка включает:

- проверку на наличие в частотных словарях и базах утекших паролей;
- расчет энтропии по формуле:

$$H = L * \log_2 N,$$

где L – длина, N – мощность алфавита (набор используемых символов).

Для повседневных задач пароль с энтропией ~80 бит может рассматриваться как достаточный в некритических сценариях при наличии дополнительных мер, а 256 бит – это избыточный запас стойкости.

Усовершенствованные методы, описанные Сидоркиной И.Г. и Михалищевым С.В., подчеркивают критическую важность **первичной проверки генерируемых комбинаций по динамически обновляемым словарям скомпрометированных паролей**. Это позволяет нивелировать риск использования формально стойкого, но уже раскрытого пароля.

Критерий К2 (удобство использования и запоминаемости (Usability)). Данный критерий, качественный и поддающийся структурированию, отражает фундаментальный

компромисс (trade-off) между безопасностью и практичностью. На основе рекомендаций Назарова Д.М. и Калашникова В.Г. можно выделить:

- **когнитивная нагрузка:** длина, возможность создания смысловых ассоциаций;
- **скорость и надежность ввода:** стойкость к опечаткам, сложность набора на различных устройствах;
- **устойчивость к социальной инженерии:** отсутствие очевидной личной информации.

Исследования в области безопасности криптокошельков однозначно демонстрируют, что главной угрозой является не теоретический перебор, а **практические ошибки пользователей**: хранение сид-фраз в текстовых файлах, использование простых паролей для их шифрования, попадание на фишинговые сайты. Метод генерации должен минимизировать мотивацию к таким ошибкам.

Критерий К3 (соответствие стандартам и регуляторным требованиям). Критерий определяет правовые и организационные рамки.

Национальный уровень (РФ). ГОСТ Р 58833-2020 устанавливает базовые термины и требования к процессам аутентификации. Для государственных информационных систем и систем обработки персональных данных действуют более строгие требования, например, Постановление Правительства РФ № 1119.

Международный и отраслевой уровень. Фундаментальные принципы защиты информации изложены в авторитетных учебных изданиях. Специальная публикация NIST SP 800-63B (де-факто мировой стандарт) рекомендует **отказ от принудительной частой смены сложных паролей** в пользу использования длинных, но легко запоминаемых мнемонических фраз и многофакторной аутентификации. Отраслевые стандарты, такие как **VIP-39**, жестко специфицируют алгоритм генерации мнемонических фраз для криптографических кошельков, делая акцент на детерминизм и контрольную сумму для обнаружения ошибок.

Применение единых критериев без учета контекста приводит к неоптимальным решениям. Предлагается выделить три базовых сценария (табл. 1).

Таблица 1

Классификация сценариев использования и приоритеты критериев

Сценарий (S)	Описание	Пример	Приоритет критериев (по убыванию)
S1: Персональный	Защита личных аккаунтов, не связанных с критическими активами или юридической ответственностью.	Электронная почта Социальные сети	K2 (Удобство) K1 (Стойкость) K3 (Стандарты)
S2: Корпоративный	Аутентификация в инфраструктуре организации, обработка персональных и коммерческих данных.	Корпоративная почта CRM ERP-системы.	K3 (Стандарты) K1 (Стойкость) K2 (Удобство)
S3: Критическая инфраструктура	Защита доступа к высокозначимым активам: root-ключи, seed-фразы криптокошельков, административный доступ к ядру ИТ-инфраструктуры.	Криптокошелек (Bitcoin, Ethereum) Ключи шифрования БД.	K1 (Стойкость) K3 (Стандарты/VIP-39) K2 (Удобство)

На основе формализованных критериев (K1-K3) и сценариев (S1-S3) проведен анализ трех распространенных методов (табл. 2).

Таблица 2

Сопоставительный анализ методов генерации аутентификационных данных

Метод генерации (М)	Описание	Оценка по критериям	Рекомендуемый сценарий
М1: Случайный пароль	Генерация последовательности символов из расширенного алфавита (A-Z, a-z, 0-9, спецсимволы) с использованием криптографически стойкого ГПСЧ. Длина 12+ символов.	К1: Высокая. Энтропия: $H \sim 78.5$ бит для $L=12$. Требуется проверка по словарям утечек. К2: Низкая. Высокая когнитивная нагрузка, склонность к записи, сложность ввода без ошибок. К3: Средняя. Соответствует старым рекомендациям NIST и многим корпоративным политикам. Не соответствует современному тренду NIST на удобство.	S2 (Корпоративный) – где безопасность обеспечивается за счет менеджеров паролей и строгих политик.
М2: Мнемоническая фраза (VIP-39)	Генерация последовательности из 12-24 слов из фиксированного словаря (2048 слов). Включает контрольную сумму. Пример: "old office build post crack sudden garage cheap useful hawk indoor immense".	К1: Очень высокая. Энтропия фразы из 12 слов: $H = 128$ бит (132 бита с учетом контрольной суммы). Практически неуязвима к перебору. К2: Высокая. Слова легче запомнить и воспроизвести, чем случайные символы. Устойчивее к опечаткам. К3: Высокая (для S3). Полное соответствие отраслевому стандарту VIP-39. Складывается с рекомендациями NIST SP 800-63B для длинных passphrases.	S3 (Критическая инфраструктура) – как seed-фраза. S1 (Персональный) – как основной пароль для менеджера паролей или ключевых аккаунтов.
М3: Детерминированная пользовательская схема (алгоритмический шаблон)	Генерация на основе правила (шаблона), известного пользователю, и переменного параметра. Пример: "MvR#Yandex2026" (база + название сервиса + год).	К1: Низкая/Средняя. Энтропия определяется секретностью шаблона. Уязвима к анализу при компрометации нескольких производных паролей. К2: Высокая. Легко воспроизводится для множества сервисов без запоминания каждого пароля отдельно. К3: Низкая. Не соответствует принципу независимости паролей, требуемому стандартам безопасности.	Не рекомендуется для серьезного применения. Может использоваться в S1 для незначительных аккаунтов при понимании рисков.

Проведенное исследование позволяет перейти от интуитивного или диктуемого устаревшими политиками выбора метода генерации паролей и фраз к **осознанному, критериально-ориентированному подходу**.

Доказано, что оценка должна быть **многокритериальной**: нельзя ограничиваться только расчетом энтропии (K1). **Удобство (K2)** напрямую определяет практическую безопасность, минимизируя риск опасного поведения пользователя. **Соответствие стандартам (K3)** задает правовое и техническое поле для развертывания.

Ключевым выводом является **принцип контекстной зависимости**: оптимальный метод варьируется в зависимости от сценария (S1-S3). Для корпоративной среды (S2) оправдано использование сложных случайных паролей (M1) в связке с менеджерами паролей. Для защиты критических активов (S3) наиболее распространенным отраслевым стандартом являются мнемонические фразы по VIP-39 (M2).

Главной практической рекомендацией, вытекающей из анализа современных тенденций (NIST) и отраслевых практик (криптоиндустрия), является **постепенный отказ от навязывания пользователям коротких сложных паролей (M1) в пользу длинных, семантически нейтральных мнемонических фраз (M2)**. Этот подход обеспечивает лучший баланс между критериями K1 и K2.

Предложенная **табличная форма сопоставительного анализа (Табл. 2)** служит наглядным инструментом для принятия решений как конечными пользователями, так и администраторами безопасности при разработке политик аутентификации.

Таким образом, систематизация критериев и сценариев позволяет не только выбирать, но и **обосновывать выбор** метода генерации, что является признаком зрелого подхода к управлению цифровыми идентификаторами в современной, перегруженной угрозами среде:

1. Формализованы три ключевых критерия (K1-K3) для выбора метода генерации аутентификационных данных: криптографическая стойкость (с обязательной проверкой по утечкам), удобство использования и соответствие нормативно-правовым и отраслевым стандартам.

2. Разработана классификация из трех типовых сценариев использования (S1-S3) — персональный, корпоративный, критическая инфраструктура — с четким ранжированием приоритетов критериев для каждого сценария.

3. Проведен сопоставительный анализ трех распространенных методов генерации (M1-M3), результаты которого наглядно представлены в сводной таблице, демонстрирующей их соответствие критериям и пригодность для различных сценариев.

4. Установлено, что для сценариев, связанных с критически важными активами (S3), метод генерации мнемонических фраз по стандарту VIP-39 (M2) является оптимальным, обеспечивая максимальную стойкость, хорошую запоминаемость и соответствие отраслевым требованиям.

5. Сформулирована ключевая практическая рекомендация о переходе к использованию длинных мнемонических фраз (M2) в соответствии с современными руководствами NIST SP 800-63B как к более сбалансированному с точки зрения совокупности критериев K1-K2 подходу по сравнению с традиционными сложными паролями (M1).

Список источников

1. ГОСТ Р 58833-2020. Защита информации. Идентификация и аутентификация. Общие положения. — М.: Стандартинформ, 2020.
2. NIST Special Publication 800-63B. Digital Identity Guidelines: Authentication and Lifecycle Management. National Institute of Standards and Technology, 2017.
3. Bitcoin Improvement Proposal (BIP) 0039: Mnemonic code for generating deterministic keys – GitHub repository, 2013.
4. Ye B., Guo Y., Zhang L., Guo X. An empirical study of mnemonic password creation tips // Computers & Security, 2019. – Vol. 85. – P. 41–50. – DOI:10.1016/j.cose.2019.04.009.
5. Blocki J., Komanduri S., Cranor L., Datta A. Spaced Repetition and Mnemonics Enable Recall of Multiple Strong Passwords // arXiv preprint arXiv:1410.1490, 2014.
6. Cheng Y., Xu C., Hai Z., Li Y. DeepMnemonic: Password Mnemonic Generation via Deep Attentive Encoder-Decoder Model // arXiv:2006.13462, 2020.
7. Галатенко В.А. Информационная безопасность: учебник для вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2021.
8. Костарев С.А. Требования к программному средству оценки надежности пароля // Информационные технологии и безопасность. 2021. № 4(25). — С. 45–52.
9. Назаров Д.М., Калашников В.Г. Методика проверки надежности пароля с использованием облачных сервисов // Инновации в науке и образовании. 2023. — С. 312–315.
10. Постановление Правительства РФ от 01.11.2012 № 1119 «Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных» (в ред. от 24.12.2021).
11. Сидоркина И.Г., Михалищев С.В. Совершенствование метода оценки стойкости пароля аутентификации пользователя компьютерных систем... // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. — 2024. — Т. 14, № 2. — С. 134–149.
12. Ушаков К.Е. Методы оценки безопасности и надежности аутентификации по многофакторному паролю // Вестник современных исследований. 2023. № 5.2(68). — С. 188–191.

СИСТЕМА АНАЛИЗА БИОРАЗНООБРАЗИЯ НА ОСНОВЕ PYTHON

Магамедова А.З.,

*старший преподаватель кафедры «Прикладная математика и компьютерные технологии»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»*

Аннотация. В статье представлена концепция единого программного решения с интуитивно понятным интерфейсом, предназначенного для автоматизации расчётов биоразнообразия на основе табличных данных. Разработка выполнена на языке Python с использованием стандартных библиотек. Программа вычисляет ключевые индексы биоразнообразия – энтропию Шеннона, индекс Симпсона и видовое богатство, – а также автоматически генерирует визуализации результатов в виде графиков. Особенность решения – модульная архитектура, которая упрощает интеграцию новых функций, включая обработку изображений с помощью нейронных сетей, а также экспорт и сохранение данных в различных форматах. Применение программы существенно сокращает время анализа по сравнению с ручными расчётами в Excel и минимизирует субъективный фактор.

Ключевые слова: биоразнообразие, программирование, Python, индекс Шеннона, индекс Симпсона, Excel, автоматизация расчётов.

BIODIVERSITY ANALYSIS SYSTEM BASED ON PYTHON

Magamedova A.Z.,

*Senior Lecturer of the Department of Applied Mathematics and Computer Technologies
Kadyrov Chechen State University*

Abstract. The article presents the concept of a single software solution with an intuitive interface designed to automate calculations of biodiversity based on tabular data. The development is done in Python using standard libraries. The program calculates key biodiversity indices – the Shannon entropy, the Simpson index, and species richness – and automatically generates visualizations of the results in the form of graphs. A special feature of the solution is its modular architecture, which simplifies the integration of new functions, including image processing using neural networks, as well as exporting and saving data in various formats. Using the program significantly reduces the analysis time compared to manual calculations in Excel and minimizes the subjective factor.

Keywords: biodiversity, programming, Python, Shannon index, Simpson index, Excel, calculation automation.

Введение. Проблема мониторинга биоразнообразия на обширных, иногда труднодоступных, территориях стоит очень остро, особенно в задачах по сохранению уникальных видов растений и животных. Благодаря использованию новых информационных технологий исследователи имеют возможность получать данные по оценке видового разнообразия лесов, включая ассоциации растений и животного мира, сопровождающие различные популяции. Как следствие, современные экологические исследования характеризуются стремительным ростом объёмов данных, поступающих из различных устройств, фиксирующих информацию: фотоловушки генерируют терабайты изображений, геоботанические описания включают тысячи строк, а учёты численности требуют многократных повторных расчётов. В таких условиях возникает необходимость в инструментах, способных автоматизировать первичную обработку данных, обеспечивая воспроизводимость, скорость и снижение влияния человеческого фактора.

Целью исследования является разработка концепции программного решения на языке Python, предназначенного для автоматизации расчётов биоразнообразия, обработки отчётных материалов с использованием индексов Шеннона и Симпсона. Предлагаемая программа ориентирована на специалистов, не обладающих навыками программирования, и обеспечивает интуитивно понятный графический интерфейс.

В ходе анализа существующих методик обработки экологических данных выявлено, что значительная часть времени сотрудников природоохранных организаций расходуется на рутинные операции: проверку корректности формул в Excel, повторные расчёты индексов при

обновлении данных. Эти процессы не только увеличивают трудозатраты, но и повышают вероятность ошибок. Использование языка Python и современных библиотек анализа данных, а также, при необходимости, нейросетевых моделей для детекции объектов на изображениях, позволяет существенно сократить время аналитической обработки и повысить качество результатов [3]. На основе этих подходов разработан прототип программы для анализа данных биоразнообразия

Основная часть. Программа представляет собой приложение с графическим интерфейсом, созданным на базе библиотеки CustomTkinter.

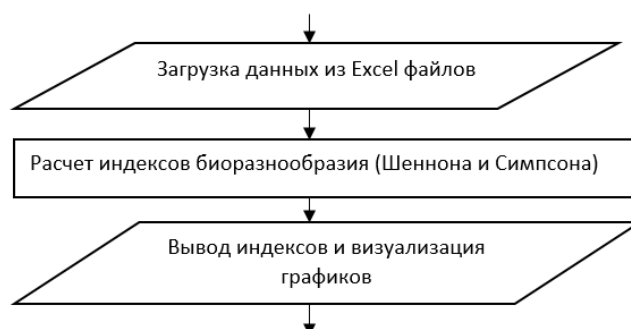


Рис. 1. Алгоритм программы

В основе программы лежат классические формулы экологии сообществ: индекс Шеннона и индекс Симпсона. Индекс биоразнообразия Шеннона является наиболее подходящим, согласно оценке специалистов [7], для обработки данных по встречаемости растений. Принято обозначать его H . Сделаем небольшой обзор по определению и формуле для вычисления индекса:

$$H = \sum_{i=1}^s p_i * \ln(p_i), \quad (1)$$

где p_i — доля особей вида i от общей численности, s — общее число видов в сообществе.

Индекс Симпсона (D) рассчитывается по формуле:

$$\sum_{i=1}^s p_i^2 = \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{N}\right)^2, \quad (2)$$

где p_i — доля i -го вида, n_i — количество особей i -го вида, N — общее количество особей всех видов, s — общее число видов. Полученные значения могут варьироваться в пределах от нуля до единицы. Чем выше индекса, тем ниже разнообразие (выше доминирование одного вида).

Для реализации программного кода применяются библиотеки pandas и numpy, которые обеспечивают мгновенное выполнение расчётов для любых массивов данных.

Участок	Сосна обыкновенная	Дуб черешчатый	Береза Радде	Тис ягодный	Ковыль перистый	Клен полевой	Ясень обыкновенный	Ива белая	Ольха черная	Орлан- белохвост	Кавказский тур	Бурый медведь	Рысь	Косуля	Заяц- русак	Лисица	Форель ручьевая	Уж обыкновенный	Ящерица прыткая	Сова ушастая	Дятел пестрый	Сорока
Веденский заказник (горный лес)	82	31	46	91	63	91	71	70	61	7	5	12	9	1	2	0	0	5	7	2	2	6
Советский заказник (смешанный лес)	23	41	58	57	49	26	37	13	45	21	31	34	36	55	51	16	20	40	47	30	36	44
Озеро Кезеной-Ам (водный)	5	1	2	0	3	0	0	1	0	0	0	0	4	0	6	2	103	55	4	0	6	1
Тисовая роща (реликтовый лес)	4	0	16	41	7	8	14	3	2	5	14	20	8	0	9	2	20	1	0	0	1	18
Урочище Степное (степь)	5	11	3	14	61	10	9	8	9	7	9	7	2	13	3	8	16	2	10	9	12	7
Брагунский заказник (пойма)	8	5	5	6	6	2	0	39	31	7	5	8	0	7	6	2	8	9	0	8	2	2
Аргунский каньон (скальный)	2	1	1	7	0	0	0	2	0	18	3	0	3	0	1	0	1	0	3	20	0	0
Серноводский курорт (лесопарк)	27	32	22	41	36	36	7	25	22	33	26	36	5	25	12	40	3	12	37	11	21	28

Рис. 2. Таблица в Excel с исходными данными

Предварительно создается excel-файл как источник исходных данных для программы. Информация для обработки в файле используется на основе материалов Государственного доклада о состоянии и об охране окружающей среды по Чеченские Республике в 2023 году.

Программный код:

```

import customtkinter as ctk
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from tkinter import filedialog, messagebox
class EcoApp(ctk.CTk):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        self.title("EcoAnalyzer 2026 - Автоматизация биоразнообразия")
        self.geometry("800x600")
        ctk.set_appearance_mode("dark")
        self.label = ctk.CTkLabel(self, text="Анализ биоразнообразия", font=("Arial", 24,
"bold"))
        self.label.pack(pady=20)
        self.btn_load = ctk.CTkButton(self, text="Загрузить Excel (участки/виды)",
command=self.load_data)
        self.btn_load.pack(pady=10)
        self.textbox = ctk.CTkTextbox(self, width=600, height=200)
        self.textbox.pack(pady=10)
        self.btn_plot = ctk.CTkButton(self, text="Построить график богатства",
command=self.plot_data, state="disabled")
        self.btn_plot.pack(pady=10)
    def calculate_indices(self, df):
        summary = df.copy()
        p = summary.div(summary.sum(axis=1), axis=0)
        # Шеннон:  $H = -\sum(p * \ln(p))$ 
        shannon = - (p * np.log(p.replace(0, np.nan))).sum(axis=1)
        # Симпсон:  $D = 1 - \sum(p^2)$ 
        simpson = 1 - (p**2).sum(axis=1)
        return shannon, simpson
    def load_data(self):
        file_path = filedialog.askopenfilename(filetypes=[("Excel files", "*.xlsx")])
        if file_path:
            try:
                df = pd.read_excel(file_path, index_col=0).fillna(0)
                shannon, simpson = self.calculate_indices(df)
                self.results_df = pd.DataFrame({
                    'Индекс Шеннона': shannon,
                    'Индекс Симпсона': simpson,
                    'Видовое богатство': (df > 0).sum(axis=1)
                })
                self.textbox.delete("1.0", "end")
                self.textbox.insert("end", self.results_df.to_string())
                self.btn_plot.configure(state="normal")
                messagebox.showinfo("Успех", "Данные обработаны!")
            except Exception as e:
                messagebox.showerror("Ошибка", f"Не удалось прочитать файл: {e}")
    def plot_data(self):
        plt.figure(figsize=(10, 5))
        self.results_df['Видовое богатство'].plot(kind='bar', color='seagreen')
        plt.title("Видовое богатство по участкам")
        plt.ylabel("Количество видов")

```

```
plt.grid(axis='y', linestyle='--', alpha=0.7)
plt.tight_layout()
plt.show()
if __name__ == "__main__":
    app = EcoApp()
    app.mainloop()
```

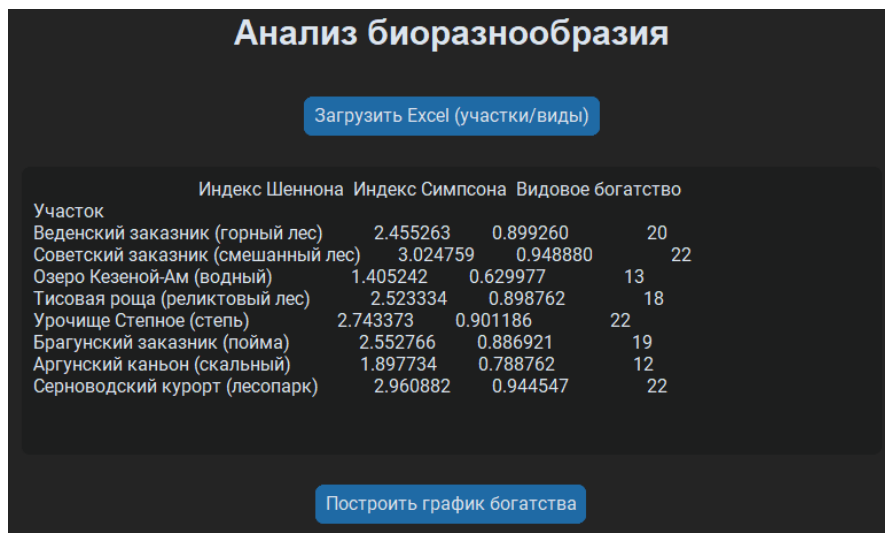


Рис.3. Интерфейс программы

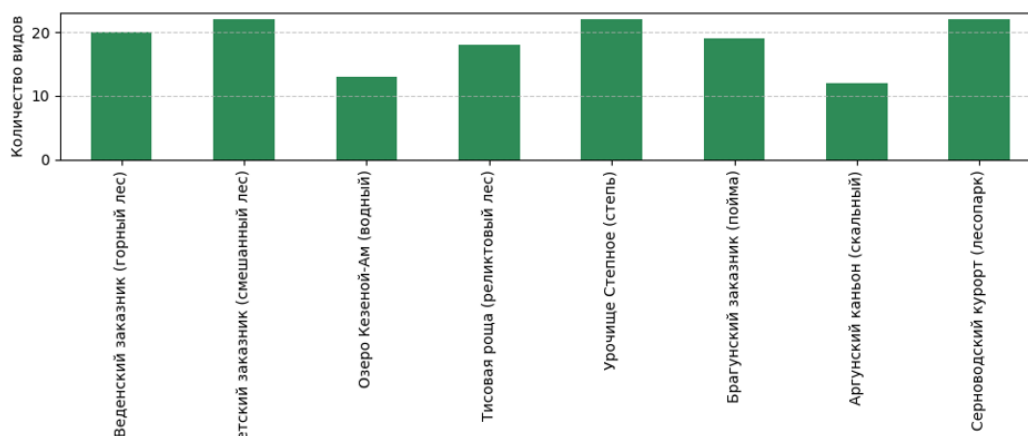


Рис.4. Гистограмма «Видовое богатство по участкам»

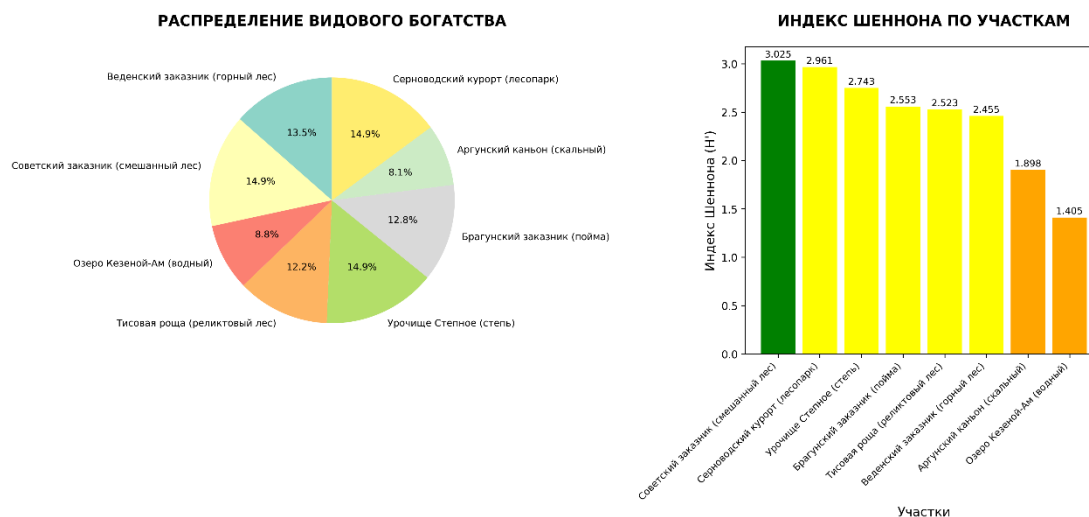


Рис. 5. Круговая диаграммы и гистограмма (при добавлении функций в программу)

Для анализа изображений с фотоловушек, который является трудоёмким этапом в экологических исследованиях есть возможность интеграции модулей нейросетевой обработки изображений в данный код, предварительно импортировав необходимые для работы библиотеки (tensorflow, cv2) и добавив в исходный код соответствующий класс с необходимыми методами.

```
class ImageAnalysisModule:
    def __init__(self):
        # Загрузка предобученной модели
        pass
    def load_model(self):
        # Загрузка модели для классификации видов
        pass
    def analyze_image(self, image_path):
        # Анализ изображения и классификация вида, подсчет особей и т.д.
        pass
```

Применение архитектур глубокого обучения, таких как YOLO (You Only Look Once) и MegaDetector, позволяет автоматизировать точность снимка более 90%, используя фильтрацию «пустых» снимков (движение травы, теней), на которые обычно приходится до 70–80% архива, определять классификацию видов и проводить подсчёт численности на основе уникальных маркеров особей. Кроме того, в программу можно интегрировать способ создания PDF-отчётов с таблицами, датой генерации и структурированными результатами.

Выводы по статье:

1. Рост объёмов экологических данных делает традиционные методы аналитической обработки неэффективными;
2. Использование Python и нейросетевых технологий позволяет автоматизировать ключевые этапы анализа;
3. Разработанная программа обеспечивает удобный интерфейс, высокую скорость расчётов и возможность расширения функционала;
4. Автоматизация снижает влияние человеческого фактора и повышает качество научных результатов.

Такие расчёты можно выполнить и в Excel: посчитать индексы Шеннона и Симпсона по формуле, более того, в электронной таблице работа привычна для каждого пользователя. Однако программа на Python сначала делает валидацию данных: предупредит, если в таблице пропуски или опечатки, прежде чем начинать расчет; создает более качественные графики; работает с видео и с фотографиями; позволяет объединить всё в одном месте: расчет индексов биоразнообразия и автоматическую обработку терабайтов снимков с нейросетью.

В итоге, можно сделать вывод, что Excel предпочтительнее для экономистов, статистов и бухгалтеров, а Python – для практикантов, работающих с большими массивами данных и исследователей. Создание открытой экосистемы гибких, масштабируемых решений на базе языков, подобных Python, не только ускорит обработку данных, но и откроет новые пути для комплексного анализа сложных экосистем, что является ключом к принятию эффективных природоохранных решений.

Список источников

1. Беднова О.В. Биоразнообразие в лесных экосистемах: зачем и как его оценивать // Лесной вестник / Forestry Bulletin. 2003. №2. – С. 143-155
2. Копырин, А.С. Программирование на Python: учебное пособие/ А.С. Копырин, Т.Л. Салова. – Сочи: СГУ, 2021. – 448 с.
3. Магамедова А.З. Классические проблемы распределенных систем в контексте умного сельского хозяйства // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: материалы XVII Международной научно-практической интернет-конференции. – Москва, 2025. – С. 474-484.

4. Морозов Д.А. Анализ и визуализация биологических данных с использованием Python. – Екатеринбург: УрФУ, 2023. – 256 с.
5. Мэтиз Эрик. Изучаем Python: программирование игр, визуализация данных, веб-приложения. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2020. – 512 с.
6. Сузи Р.А. Язык программирования Python: учебное пособие / Р.А. Сузи. – 3-е изд. – Москва: Интернет–Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 350 с.
7. Цибульский В.Р., Арефьев С.П., Новиков В.П., Соловьев И.Г., Говорков Д.А. Определение индекса биоразнообразия Шеннона растительных сообществ, образованных деревьями-эдификаторами на примере лесов севера Западной Сибири // Вестник НВГУ. 2021. № 2(54). – С. 32-39.

ВЛИЯНИЕ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА: ЭКОНОМИЧЕСКИЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТЫ

Исламгереева Я.С.,

ассистент кафедры «Программирование и инфокоммуникационные технологии»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»
e-mail: vellemo@bk.ru

Аннотация. В статье рассматривается влияние внедрения информационных технологий на эффективность аграрного производства в двух взаимосвязанных измерениях — экономическом и экологическом. Анализируется, как цифровые решения (точное земледелие, спутниковый и беспилотный мониторинг, IoT-датчики, телематика техники, программные платформы управления производством) меняют структуру затрат, управляемость производственных процессов и устойчивость результатов в условиях климатической и ценовой неопределённости. Отдельное внимание уделяется экологическим эффектам цифровизации: снижению избыточного внесения удобрений и средств защиты растений, сокращению потерь питательных веществ, повышению эффективности использования воды и энергии, а также потенциальному уменьшению негативного воздействия на почвы и водные объекты. Показано, что наибольший эффект достигается при комплексном внедрении технологий и их интеграции в систему управления хозяйством, тогда как фрагментарная цифровизация часто ограничивается локальной автоматизацией и не обеспечивает устойчивого результата. Отмечены ключевые условия успешного внедрения — доступность данных, связь и инфраструктура, подготовка персонала и экономическая целесообразность инвестиций. Практическая значимость статьи заключается в систематизации направлений цифровизации АПК и в выделении показателей, по которым хозяйства могут оценивать результативность ИТ-внедрения с учётом экономических и экологических приоритетов.

Ключевые слова: цифровизация АПК; точное земледелие; дистанционное зондирование; IoT; экономическая эффективность; устойчивое сельское хозяйство; экологические эффекты; управление ресурсами.

THE IMPACT OF INFORMATION TECHNOLOGY ADOPTION ON THE EFFICIENCY OF AGRICULTURAL PRODUCTION: ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL ASPECTS

Islamgereeva Ya.S.,

Assistant Professor, Department of Programming and Infocommunication Technologies
Kadyrov Chechen State University

Abstract. The paper explores how information technologies influence agricultural production efficiency through two interconnected dimensions: economic performance and environmental outcomes. It discusses how digital solutions—precision farming, satellite and UAV monitoring, IoT sensors, machinery telematics, and farm management platforms—affect cost structure, process controllability, and the stability of results under climate and market uncertainty. Particular attention is paid to environmental implications of digitalization, including reduced over-application of fertilizers and pesticides, lower nutrient losses, improved water and energy efficiency, and potentially decreased impacts on soils and water bodies. The paper argues that the strongest benefits are typically achieved when technologies are implemented as an integrated management system, whereas fragmented adoption often results in isolated automation with limited long-term gains. Key enabling conditions are highlighted, such as data availability, connectivity and infrastructure, workforce skills, and the economic feasibility of investments. The practical contribution lies in structuring major digitalization pathways in agriculture and outlining a set of indicators that farms can use to assess IT-driven improvements while balancing economic and environmental priorities.

Keywords: digital agriculture; precision farming; remote sensing; IoT; economic efficiency; sustainable agriculture; environmental impacts; resource management.

Введение. Сельское хозяйство сегодня развивается в условиях двойного давления: с одной стороны, требуется обеспечивать рост производства и конкурентоспособность на фоне ценовой волатильности и климатических рисков; с другой — усиливаются экологические ограничения, связанные с деградацией почв, загрязнением водных объектов, ростом ресурсоёмкости и необходимостью сокращения выбросов парниковых газов. В таких условиях информационные технологии (ИТ) становятся не просто инструментом автоматизации, а

механизмом повышения качества управленческих решений и точности производственных операций. Цифровые решения позволяют непрерывно собирать данные о состоянии посевов и почв, оперативно выявлять отклонения, планировать технологические операции и контролировать расход ресурсов, что напрямую влияет на себестоимость и стабильность результата.

Однако эффекты цифровизации в аграрном секторе остаются неоднозначными. Практика показывает, что одинаковые технологии могут давать различный результат в зависимости от структуры посевов, почвенно-климатических условий, размера и финансовых возможностей хозяйства, зрелости управленческих процессов и квалификации персонала. Кроме того, экономический эффект (например, снижение затрат на удобрения или топливо) не всегда автоматически означает улучшение экологических показателей: чтобы сделать такие выводы, требуется корректная система измерений и сопоставимые индикаторы, отражающие не только интенсивность применения ресурсов «на гектар», но и воздействие «на единицу продукции».

В научной и прикладной литературе накоплен значительный массив работ по точному земледелию, дистанционному зондированию, IoT-мониторингу и платформенным решениям для АПК. Вместе с тем сохраняется методический пробел: результаты исследований часто описываются через разрозненные показатели, что затрудняет сравнение технологий и перенос выводов между хозяйствами. Недостаточно систематизированы и взаимосвязи между цифровыми инструментами и экологическими эффектами — в частности, каким образом улучшение точности операций трансформируется в снижение потерь питательных веществ и уменьшение нагрузки на водные экосистемы.

Цель настоящей статьи — проанализировать влияние внедрения информационных технологий на эффективность аграрного производства с учётом экономических и экологических аспектов и предложить практическую логику оценки эффектов. Для достижения цели решаются следующие задачи: (1) выделить основные классы ИТ-решений, применяемых в растениеводстве, и описать каналы их влияния на результат; (2) сформировать систему показателей для оценки экономической и экологической эффективности; (3) определить условия, при которых цифровые инвестиции дают наибольший эффект, а также обозначить ограничения и риски внедрения.

Основная часть. Цифровизация аграрного производства на практике формирует управленческий цикл «наблюдение – решение – выполнение – контроль результата», где ИТ не заменяют агрономию, а повышают точность и скорость управленческих действий. В обзоре по “smart farming” С. Вольферт и соавт. подчёркивают, что ключевая ценность больших данных в сельском хозяйстве проявляется тогда, когда данные из поля, техники и внешних источников связываются с управленческими решениями и становятся частью бизнес-процессов, а не остаются “разрозненными измерениями” [11]. Аналогично, Л. Клеркс, Э. Джекку и П. Лабарте, анализируя исследования по digital agriculture и agriculture 4.0, отмечают, что эффект технологий определяется не только их наличием, но и социально-организационными условиями: компетенциями персонала, структурой консультирования, доверием к данным и готовностью хозяйства менять практики [12]. Это важно, потому что в аграрном секторе эффективность редко достигается “одной покупкой”: она возникает при связке мониторинга, аналитики и точного выполнения операций.

В прикладном контуре можно выделить несколько наиболее значимых классов ИТ-решений. Во-первых, **дистанционный мониторинг** (спутники и БПЛА) и **цифровые карты поля** позволяют перейти от усреднённого подхода к управлению посевами к учёту пространственной неоднородности. В программно-аналитическом смысле это означает, что хозяйство перестаёт оценивать поле как “одну среднюю величину” и начинает управлять зонами продуктивности, водным стрессом и рисками повреждений. Во-вторых, **IoT и полевые датчики** (влажность, температура, параметры почвы, микроклимат) расширяют наблюдаемость производственного процесса в реальном времени, что особенно важно в условиях погодной неопределённости – контекст, который системно подчёркивается в

докладах IPCC об адаптации и уязвимости [3]. В-третьих, **телематика техники и цифровое управление операциями** (контроль топлива, маршрутизация, диагностика, “точность” выполнения) дают экономический эффект через сокращение простоев и потерь, а также через дисциплину технологических операций. Наконец, **платформы управления хозяйством и системы поддержки решений** связывают данные, операции и экономический результат: здесь цифровизация влияет уже не только на “как выполняем”, но и на “что выбираем” (севооборот, сроки, нормы, приоритеты вложений). В отчёте FAO о роли автоматизации подчёркивается, что именно интеграция технологий в управление и человеческий капитал определяет трансформационный эффект для агропродовольственных систем [6]; сходную рамку “цифровые возможности – политика – результаты” предлагает OECD, указывая на значение данных, инфраструктуры и институтов для устойчивых эффектов [7]. Всемирный банк также обращает внимание, что цифровые технологии улучшают результаты цепочек продовольственных систем только при одновременном решении вопросов доступа к связи, данным и сервисам [8].

Экономический аспект: за счёт чего растёт эффективность

Экономическая эффективность от внедрения ИТ обычно формируется через три канала:

(1) снижение переменных затрат, (2) снижение потерь и повышение стабильности, (3) сокращение транзакционных и управленческих издержек.

1. Снижение переменных затрат (удобрения, СЗР, топливо, семена, вода).

Концептуально это связано с тем, что цифровые технологии превращают “нормативное” внесение в “обоснованное” и дают возможность точнее дозировать ресурсы по потребности. В статье Р. Гебберса и В. Адамчука в *Science* подчёркивается, что точное земледелие направлено на повышение эффективности использования ресурсов и снижение избыточных операций, что делает его значимым с точки зрения продуктивности и продовольственной безопасности [13]. Для экономики хозяйства эта логика выражается в том, что уменьшается доля “лишних” затрат, не создающих добавленной стоимости, а также снижаются технологические риски, связанные с неправильными сроками и дозами.

2. Снижение потерь и повышение устойчивости результата.

Погодная неопределённость и локальные очаги проблем (болезни, сорняки, стресс) приводят к тому, что даже при одинаковых затратах хозяйства получают различную урожайность и качество. Здесь ИТ-решения повышают устойчивость (стабильность) результата за счёт раннего выявления отклонений и более управляемого планирования операций. Доклады IPCC по адаптации указывают, что повышение устойчивости агропроизводства требует лучшей информации, мониторинга и управленческих практик в условиях климатических рисков [3]. Это напрямую согласуется с практикой цифрового мониторинга: чем раньше выявлена проблема, тем дешевле и эффективнее корректирующее действие.

3. Сокращение транзакционных и управленческих издержек.

ИТ позволяют стандартизировать учёт, повысить прозрачность операций, снизить “ошибки исполнения” и ускорить управленческий цикл. Вольферт и соавт. отмечают, что потенциал smart farming раскрывается через цифровые платформы и интеграцию данных, позволяющую принимать решения на основе связанных потоков информации, а не разрозненных наблюдений [11]. OECD в своих выводах по цифровым возможностям для агрополитик фактически расширяет эту мысль: данные и цифровые сервисы снижают информационные барьеры, но требуют правил и инфраструктуры для масштабирования [7].

При этом экономический эффект нельзя считать автоматическим. В отчёте USDA ERS Д. Шиммельпфенниг показывает, что прибыльность и эффекты от точного земледелия зависят от типа технологии и условий хозяйства: выгоды сильнее проявляются при корректном использовании и при определённых характеристиках производства, а не “в среднем для всех” [14]. В социально-экономическом обзоре Клеркс и соавт. дополнительно подчёркивают, что внедрение часто требует организационных изменений, и без них цифровизация может превратиться в “витрину технологий” без устойчивой отдачи [12]. Следовательно, экономическая эффективность — это результат не только инвестиций в оборудование/ПО, но

и управленческой зрелости: качества агрономических регламентов, дисциплины исполнения, обучения и аналитики.

Экологический аспект: почему цифровизация может снижать нагрузку

Экологический эффект ИТ в аграрном производстве чаще всего возникает из того же источника, что и экономический: **повышение точности применения ресурсов и снижение потерь**. Избыточное внесение удобрений и СЗР создаёт не только лишние расходы, но и внешние эффекты — загрязнение водных объектов, деградацию почв, рост эмиссий. Поэтому экономический и экологический контуры в цифровизации часто взаимно усиливают друг друга, но для корректных выводов важно, как именно измеряется воздействие.

Во-первых, экологическая оценка должна учитывать **выбросы парниковых газов** и их источники в аграрном производстве. Здесь наиболее надёжной методической опорой являются руководства IPCC по инвентаризации, включая базовые методики 2006 года и уточнение 2019 года, которые описывают, как сопоставимо оценивать выбросы, в том числе связанные с применением азота и почвенными процессами [4; 5]. Во-вторых, для сопоставимости “экологического следа” различных практик уместна логика **оценки жизненного цикла (LCA)**: стандарты ISO 14040 и ISO 14044 фиксируют требования к границам системы, функциональной единице и прозрачности предпосылок, что критично для сравнения технологий и хозяйств [9; 10]. Это важно, потому что оценивать эффект только “на гектар” недостаточно: корректнее параллельно смотреть и “на тонну продукции”, чтобы различать ситуацию, когда затраты/воздействия падают, но урожайность тоже падает (и наоборот).

В прикладной литературе связь точного земледелия с экологическими выгодами описана достаточно прямо. А. Балафутис и соавт. показывают, что технологии точного земледелия могут одновременно поддерживать рост продуктивности, экономические показатели и вклад в снижение выбросов/нагрузок за счёт более точного управления операциями и ресурсами [15]. При этом практическая трактовка экологического выигрыша должна оставаться аккуратной: цифровизация создаёт потенциал снижения нагрузок, но фактический результат зависит от того, как хозяйство меняет нормы, сроки и технологические карты, а также от контроля исполнения.

Система показателей для оценки результата внедрения (экономика + экология)

Чтобы хозяйство могло доказательно оценить эффект, полезно использовать набор индикаторов, которые одновременно отражают производственный результат и экологические воздействия. Ниже приведён пример “универсальной” таблицы показателей, логически согласованной с подходами IPCC (для выбросов) и ISO LCA (для сопоставимости оценки) [4; 5; 9; 10], а также с рамками цифрового управления производством, описанными в обзорах smart farming [11; 12].

Таблица 1

Система показателей для оценки экономической и экологической эффективности внедрения информационных технологий в аграрном производстве

Группа	Показатель (что измеряем)	Как интерпретировать результат	Какие ИТ обычно влияют
Экономика	Урожайность и её стабильность по сезонам	Рост и/или меньшая вариативность = повышение устойчивости результата	мониторинг (спутник/БПЛА), DSS/аналитика, датчики, планирование операций
Экономика	Себестоимость на единицу продукции	Снижение при сохранении качества = прямой эффект эффективности	VRA/точное внесение, телематика, оптимизация маршрутов, контроль топлива и простоев

Экономика	Доля потерь (уборка/хранение/логистика)	Снижение потерь = увеличение реализуемой продукции без расширения площади	мониторинг зрелости, планирование уборки, цифровой учёт партий, логистика/прослеживаемость
Экономика	Рентабельность/маржинальность по культурам	Рост маржи = эффект оптимизации структуры затрат и технологий	управленческие платформы, аналитика по культурам/полям, бюджетирование и контроль
Экология	Интенсивность применения удобрений и СЗР (на га и на т)	Снижение при сохранении результата = меньше избыточных нагрузок	VRA, карты зон, мониторинг, контроль исполнения операций
Экология	Потери питательных веществ (прокси через баланс/рисковые зоны)	Снижение = меньший риск загрязнения вод и деградации почв	карты неоднородности, датчики, DSS, корректировка норм/сроков
Экология	Топливо и энергозатраты (на га и на т)	Снижение = меньше затрат и ниже “углеродная” нагрузка операций	телематика, параллельное вождение, оптимизация маршрутов, ТО по состоянию
Экология	Интенсивность выбросов ПГ (CO ₂ -экв. на т продукции)	Снижение = вклад в климатическую устойчивость; важно сравнивать сопоставимо	точность азотного питания + топливо/операции; методика опирается на IPCC [4;5]
Экология	Водопотребление/эффективность водопользования	Снижение м ³ /т = ресурсосбережение при сохранении урожайности	датчики, метеосервисы, цифровое управление поливом, прогнозирование

Большинство показателей корректно смотреть в двух разрезах — “на гектар” и “на тонну продукции”. Это соответствует логике сопоставимости, принятой в LCA-подходах (выбор функциональной единицы и границ системы), что закреплено в ISO 14040/14044 [9; 10]. Для выбросов и климатического контура опорными являются руководства IPCC по инвентаризации и их уточнения [4; 5]. Такая структура индикаторов позволяет не смешивать эффект “от хорошей погоды” с эффектом “от управления”: если хозяйство фиксирует снижение удобрений и топлива, но одновременно падает урожайность, выводы об эффективности и устойчивости будут другими, чем при снижении затрат на фоне стабильного урожая (табл. 1.).

Анализ и интерпретация эффектов: почему “комплекс” работает лучше «точечных» внедрений

При оценке внедрения ИТ важно различать два типовых сценария.

Сценарий 1 — фрагментарная цифровизация. Хозяйство покупает отдельные решения (например, мониторинг или телематику), но не связывает их с управленческими решениями и регламентами. В этом случае ИТ часто дают локальную пользу (лучше контроль, меньше “серых зон”), но эффект ограничен: данные есть, а изменения норм, сроков и технологических карт — минимальны. Этот риск хорошо согласуется с тезисом Клеркса и соавт. о том, что без организационных изменений цифровизация может не превратиться в устойчивую производственную практику [12]. В таком сценарии экономический эффект часто выражается в контроле дисциплины и частичном снижении потерь, а экологический — остаётся потенциальным, но не доказанным.

Сценарий 2 — комплексное внедрение (мониторинг + аналитика + точное исполнение). Здесь данные превращаются в решения: карты и мониторинг используются для дифференцированных норм, телематика — для контроля качества выполнения, платформы — для планирования и анализа по полям/культурам. Вольферт и соавт. именно такую интеграцию описывают как условие извлечения ценности из данных в smart farming [11]. С точки зрения экономики это означает не просто “видеть проблему”, а системно сокращать избыточные затраты и потери. С точки зрения экологии — это уменьшение избыточного внесения и снижение рисков утечек питательных веществ и химической нагрузки. В работе Балафутиса и соавт. также подчёркивается, что вклад технологий точного земледелия проявляется сильнее, когда они работают не изолированно, а как система управления ресурсами и операциями [15].

При этом эмпирические выводы о прибыльности должны оставаться контекстными. Шиммельпфенниг в отчёте USDA ERS показывает, что выгоды от точного земледелия неодинаковы и зависят от особенностей хозяйств и практик использования технологий [14]. Это означает, что при подготовке инвестиционного обоснования важно учитывать масштабы, структуру культур, текущий уровень потерь, степень неоднородности полей и “готовность данных”: там, где неоднородность выше и дисциплина исполнения ниже, потенциал эффекта от цифровизации обычно выше; там, где процессы уже оптимизированы, прирост может быть более умеренным.

Ограничения и условия успешного внедрения (почему эффект может не проявиться)

Даже при высоком технологическом потенциале существуют типовые причины, по которым ожидаемый эффект не достигается. Во-первых, **инфраструктурные ограничения** (связь, доступность сервисов, совместимость оборудования) — этот аспект регулярно подчёркивается в аналитике OECD и Всемирного банка: цифровые возможности не масштабируются без инфраструктуры и институтов данных [7; 8]. Во-вторых, **кадровый и организационный фактор**: обучение, распределение ответственности, пересмотр регламентов, качество агрономических решений. Клеркс и соавт. отдельно выделяют “человеческую” и институциональную составляющую как определяющую для результатов digital agriculture [12]. В-третьих, **качество данных и интерпретации**: некорректные карты, неполные наборы данных, отсутствие “контрольных” сравнимых периодов создают иллюзию эффекта или, наоборот, скрывают его. В-четвёртых, **неправильные метрики**: если измерять только “затраты на гектар”, можно пропустить ухудшение результата по выходу продукции; если измерять только “урожайность”, можно пропустить рост экологической нагрузки. Именно поэтому практический контур оценки должен опираться на сопоставимые индикаторы и общепринятые рамки (IPCC для выбросов; ISO LCA для экологической сопоставимости) [4; 5; 9; 10].

В итоге, влияние внедрения информационных технологий на эффективность аграрного производства целесообразно рассматривать как управленческую трансформацию, где экономические эффекты (снижение затрат и потерь, повышение устойчивости результата) и экологические эффекты (точность применения ресурсов, снижение утечек и нагрузок, потенциальное уменьшение эмиссий) возникают прежде всего при интеграции технологий в систему управления. Такой вывод согласуется и с научными обзорами smart farming [11], и с социально-организационной рамкой исследований digital agriculture [12], и с прикладными выводами о неоднородности прибыльности и факторов внедрения [14], а также с работами, подчёркивающими потенциал точного земледелия одновременно для продуктивности и экологических целей [13; 15].

Заключение. Проведённый анализ показывает, что внедрение информационных технологий в аграрном производстве следует рассматривать как переход к более точной и управляемой модели хозяйствования, где данные становятся основой для решений и контроля операций. В логике smart farming, описанной С. Вольфертом и соавт., ключевая ценность цифровизации возникает не от самого факта наличия данных, а от их интеграции в управленческий цикл и преобразования в действия, влияющие на результат [11]. Это означает,

что наибольший эффект достигается при комплексном внедрении решений — сочетании мониторинга, аналитики и точного исполнения технологических операций.

В экономическом измерении цифровизация формирует выгоды через снижение переменных затрат, уменьшение производственных потерь и повышение устойчивости результата в условиях климатической и рыночной неопределённости. Вывод о неоднородности эффекта принципиален: как показывает Д. Шиммельпфенниг, прибыльность и отдача от технологий точного земледелия зависят от условий хозяйства и практик применения, поэтому универсальные ожидания «одинаковой окупаемости для всех» методически некорректны [14]. С учётом этого цифровые инвестиции должны обосновываться не только стоимостью оборудования, но и готовностью хозяйства к организационным изменениям, качеству данных и наличию компетенций, что согласуется с выводами Л. Клеркса, Э. Джакку и П. Лабарте о роли социально-организационных факторов в digital agriculture [12].

Экологический контур цифровизации в большинстве случаев развивается параллельно экономическому: более точное внесение удобрений и средств защиты растений, оптимизация операций и снижение потерь ресурсов потенциально уменьшают нагрузку на почвы и водные объекты и могут снижать интенсивность выбросов парниковых газов на единицу продукции. При этом корректная оценка экологического эффекта требует сопоставимой методической рамки. В части климатических воздействий надёжной основой выступают руководства IPCC по инвентаризации и их уточнение 2019 года, задающие принципы расчёта и сопоставимости выбросов в сельском хозяйстве [4; 5]. Для комплексной экологической оценки и сравнимости показателей уместна логика LCA, закреплённая в ISO 14040 и ISO 14044, поскольку именно она требует чётко задавать границы системы и функциональную единицу (например, на гектар и на тонну продукции) [9; 10]. Практические исследования также подтверждают, что технологии точного земледелия способны одновременно поддерживать продуктивность, экономику хозяйства и экологические цели, но эффект зависит от качества внедрения и сочетания инструментов [15].

Ключевым итогом статьи является вывод о том, что цифровизация АПК должна оцениваться через систему сопоставимых экономических и экологических индикаторов, а не через единичные показатели или “точечные” кейсы. Подход с параллельным учётом эффективности «на площадь» и «на единицу продукции» позволяет избежать ошибочных интерпретаций и увязать ресурсосбережение с результативностью. В практическом плане это означает необходимость: (1) внедрять ИТ как интегрированную систему управления, (2) обеспечивать качество данных и инфраструктуру, (3) инвестировать в компетенции персонала и регламенты, (4) использовать признанные рамки сопоставимости для оценки экологических эффектов. Эти условия, подчеркнутые также в аналитике FAO, OECD и Всемирного банка, являются критичными для превращения цифровых решений из “наборов технологий” в устойчивый рост эффективности и экологической ответственности аграрного производства [6–8].

Список источников

1. IPCC. Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems (SRCCL). Geneva: IPCC, 2019.
2. IPCC. Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report (AR6 WGIII). Cambridge: Cambridge University Press, 2022.
3. IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report (AR6 WGII). Cambridge: Cambridge University Press, 2022.
4. IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Hayama, Japan: Institute for Global Environmental Strategies (IGES), 2006.
5. IPCC. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Geneva: IPCC, 2019.
6. FAO. The State of Food and Agriculture 2022: Leveraging Automation in Agriculture for Transforming Agrifood Systems. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022.
7. OECD. Digital Opportunities for Better Agricultural Policies. Paris: OECD Publishing, 2019.

8. World Bank. Future of Food: Harnessing Digital Technologies to Improve Food System Outcomes. Washington, DC: World Bank, 2019.
9. ISO 14040:2006. Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework. Geneva: International Organization for Standardization, 2006.
10. ISO 14044:2006. Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines. Geneva: International Organization for Standardization, 2006.
11. Wolfert S., Ge L., Verdouw C., Bogaardt M.-J. Big Data in Smart Farming – A review. *Agricultural Systems*. 2017;153:69–80.
12. Klerkx L., Jakku E., Labarthe P. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*. 2019;90–91:100315.
13. Gebbers R., Adamchuk V.I. Precision agriculture and food security. *Science*. 2010;327(5967):828–831.
14. Schimmelpennig D. Farm Profits and Adoption of Precision Agriculture. USDA Economic Research Service (ERS), Economic Research Report № 217. Washington, DC: USDA, 2016.
15. Balafoutis A.T., Beck B., Fountas S., et al. Precision agriculture technologies positively contributing to GHG emissions mitigation, farm productivity and economics. *Sustainability*. 2017;9(8):1339.

УДК 621.3.049.77:004.42

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРОВ ARDUINO

Шахбиев Д.О.-Х.,

студент 1-го курса магистратуры «Информатика и вычислительная техника»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: shakhbiev.david@mail.ru

Магомедов И.А.,

старший преподаватель кафедры «Бизнес-информатика»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: istmwork@mail.ru

Шахбиева А.О.-Х.,

студент 2-го курса направления «Экономическая безопасность»

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»

e-mail: shakhbieva_ameliya@mail.ru

Аннотация. В данном исследовании рассматривается разработка, описание и апробация модульного аппаратно-программного стенда на базе контроллеров Arduino для сравнительного анализа алгоритмов управления микроклиматом. Стенд имитирует условия тепличной среды и позволяет исследовать эффективность различных методов управления — релейного, классического ПИД и адаптивного ПИД — в условиях моделируемых внешних возмущений. Практическая значимость работы заключается в создании воспроизводимого, низкобюджетного инструмента, пригодного для учебных и научно-исследовательских целей в области автоматизации агропромышленного комплекса. Экспериментальные результаты демонстрируют преимущества адаптивного алгоритма, который обеспечивает более быстрое восстановление заданного режима и снижение условного энергопотребления по сравнению с классическими методами.

Ключевые слова: Интернет вещей, микроклимат, алгоритмы управления, Arduino, ПИД-регулятор, адаптивное управление.

HARDWARE AND SOFTWARE STAND FOR THE STUDY OF MICROCLIMATE CONTROL ALGORITHMS BASED ON ARDUINO CONTROLLERS

Shakhbiev D.O.,

1st year student of the Master's degree in Computer Science and Engineering

Kadyrov Chechen State University

Magomedov I.A.,

senior Lecturer at the Department of Business Informatics

Kadyrov Chechen State University

Shakhbieva A.O.,

second-year student majoring in Economic Security

Kadyrov Chechen State University

Abstract. This study examines the development, description and testing of a modular hardware and software stand based on Arduino controllers for a comparative analysis of microclimate control algorithms. The stand simulates the conditions of a greenhouse environment and allows us to study the effectiveness of various control methods — relay, classical PID and adaptive PID — in the conditions of simulated external disturbances. The practical significance of the work lies in the creation of a reproducible, low-cost tool suitable for educational and research purposes in the field of automation of the agro-industrial complex. The experimental results demonstrate the advantages of the adaptive algorithm, which provides faster recovery of the preset mode and a reduction in conditional energy consumption compared with classical methods.

Keywords: Internet of Things, microclimate, control algorithms, Arduino, PID controller, adaptive control.

Введение. Современный агропромышленный комплекс сталкивается с необходимостью устойчивой интенсификации производства в условиях растущего демографического давления и климатической изменчивости. Одним из ключевых ответов на

этот вызов является развитие технологий точного земледелия, среди которых центральное место занимают системы управления микроклиматом в защищённом грунте. Теплицы представляют собой сложные технологические объекты, где оптимальный микроклимат является критическим фактором, определяющим урожайность, качество продукции и ресурсоэффективность [3]. При этом, как отмечает Дабылова, «внутренний климат теплицы должен постоянно поддерживаться в оптимальных условиях, что требует контроля множества взаимосвязанных параметров, таких как температура, влажность, освещённость и концентрация CO_2 ».

Традиционные системы автоматизации, основанные на классических регуляторах, таких как пропорционально-интегрально-дифференциальные (ПИД), долгое время являлись отраслевым стандартом. Они обеспечивают базовую стабилизацию и ценятся за свою надёжность и относительно низкую стоимость внедрения. Однако в сравнительном анализе Ван Вэйянь отмечает, что такие «системы обладают существенным ограничением: они слабо адаптируются к нелинейным и многомерным процессам, характерным для современной теплицы, где изменение одного параметра (например, температуры) неизбежно влечёт за собой изменения других (влажности)» [2]. Это приводит к снижению точности, перерасходу энергии и, в конечном итоге, потере урожайности.

В этой связи закономерным является исследовательский интерес к внедрению более совершенных, адаптивных и прогнозных алгоритмов управления. Внедрение архитектур Интернета вещей (IoT) и методов искусственного интеллекта (ИИ) открывает путь к созданию интеллектуальных систем, способных к комплексному анализу данных и упреждающему воздействию на микроклимат. Тем не менее, как показывает анализ, массовому внедрению таких продвинутых решений часто мешают высокая сложность и стоимость их разработки, тестирования и валидации.

Данный пробел может быть эффективно восполнен за счёт создания доступных, модульных и воспроизводимых аппаратно-программных стендов. Такие стенды позволяют в лабораторных условиях исследовать, сравнивать и отрабатывать алгоритмы управления — от классических до адаптивных — на физической модели объекта. Как справедливо отмечает В.В. Седышев, «разработка, создание и внедрение систем автоматического управления любого физического или технологического процесса непосредственно связана с поиском параметров аппаратно-программных средств для обеспечения оптимальных режимов работы всей системы в целом» [7]. Таким образом, создание исследовательского стенда является важным этапом, предшествующим проектированию промышленного решения.

Целью данной работы является разработка, описание и апробация модульного аппаратно-программного стенда на базе контроллеров Arduino, предназначенного для сравнительного исследования эффективности различных алгоритмов управления микроклиматом в условиях моделируемых внешних возмущений. Практическая значимость работы заключается в предоставлении детально документированного, технически воспроизводимого и низкобюджетного инструмента, который может быть использован для учебных целей и проведения прикладных научных экспериментов в области автоматизации агропромышленного комплекса.

Методика и подход. Основу настоящего исследования составляет практико-ориентированный подход к проектированию и верификации алгоритмов управления. Методика включает три последовательных этапа, интегрированных в единый цикл разработки: проектирование аппаратной платформы, реализация программных алгоритмов управления и проведение натурных экспериментов с количественной оценкой результатов.

На первом этапе была разработана архитектура компактного физического стенда, имитирующего ключевые элементы тепличной системы. За основу был взят принцип замкнутого контура управления, состоящего из объекта регулирования (воздушный объем изолированной камеры), набора первичных датчиков (измерение контролируемого параметра), управляющего контроллера (вычислитель алгоритма) и исполнительных устройств (корректирующее воздействие). Для обеспечения модульности, воспроизводимости и

минимальной стоимости в качестве аппаратной платформы была выбрана линейка популярных микроконтроллеров Arduino, дополненная широко распространенными цифровыми и аналоговыми сенсорами, а также силовыми модулями на основе электромеханических реле.

Второй этап был посвящен программной реализации на выбранной платформе трех различных классов алгоритмов управления температурой внутри стенда. Это позволило создать единую сравнительную базу. К базовому пороговому (релейному) контроллеру, выполняющему функцию эталона простейшего управления, был добавлен классический дискретный ПИД-регулятор. Для исследования адаптивных свойств на том же аппаратном базисе был реализован упрощенный алгоритм с элементами прогнозирования, способный в реальном времени корректировать агрессивность управления при обнаружении резких изменений в динамике объекта или внешних возмущений.

Третий, оценочный этап, предусматривал серию экспериментов, моделирующих типичные для тепличных комплексов «изменчивые» условия внешней среды. Были разработаны и проведены три стандартизированных тестовых сценария: стабилизация температуры после начального отклонения (оценка динамических характеристик), реакция на ступенчатое возмущение (имитация проветривания или сквозняка) и реакция на медленное возмущение (имитация солнечной радиации). Для каждого сценария и алгоритма фиксировались временные ряды температур, состояние исполнительных механизмов и рассчитывались ключевые метрики качества управления: время выхода на заданный режим, величина перерегулирования, среднеквадратичное отклонение в установившемся режиме и условное энергопотребление, оцененное по суммарному времени работы нагревателя. Такой подход позволил получить количественные данные для объективного сравнения эффективности и устойчивости различных методов управления.

Обзор применяемых технологий и теоретические основы. Развитие систем управления микроклиматом для тепличных комплексов прошло путь от локальных регуляторов до интеллектуальных киберфизических систем. В основе большинства решений лежит принцип замкнутого контура, однако вычислительная сложность и алгоритмическое наполнение этого контура определяют качество и адаптивность управления.

Классическим и наиболее распространенным на практике подходом остается использование пропорционально-интегрально-дифференциальных (ПИД) регуляторов. Их принцип работы, основанный на минимизации текущей ошибки, интеграла и производной от неё, обеспечивает надёжную стабилизацию параметров в инерционных системах. Данные регуляторы широко внедряются благодаря понятной инженерной интерпретации и отработанным методикам настройки. Однако, как отмечают исследователи, их ключевое ограничение проявляется в работе со сложными, нелинейными и многомерными объектами, где изменение одного параметра влечёт за собой изменение других [2]. В таких условиях классический ПИД-регулятор без дополнительных компенсирующих контуров не способен обеспечить глобальный оптимум управления.

Современным ответом на этот вызов является внедрение архитектур Интернета вещей (IoT) и распределённых сенсорных сетей. Этот подход кардинально меняет парадигму, предлагая вместо централизованных проводных систем создание сети автономных беспроводных узлов-датчиков. Такая архитектура, отмечается в обзорах, обеспечивает беспрецедентную детализацию мониторинга, гибкость масштабирования и формирует цифровую инфраструктуру для сбора больших данных (Big Data) [2]. Именно эти данные становятся основой для следующего эволюционного шага — применения методов искусственного интеллекта. Интеллектуальные системы, основанные на машинном обучении, способны выявлять сложные нелинейные зависимости и взаимосвязи между параметрами среды, состоянием растений и внешними условиями. Такие модели могут не только прогнозировать будущие изменения микроклимата для упреждающего управления, но и находить комплексные стратегии, оптимизирующие конфликтующие цели, такие как урожайность и энергоэффективность [4]. Однако, как показывает анализ, массовое внедрение

«чистых» AI-решений сдерживается высокой стоимостью, требовательностью к данным и необходимости в квалифицированных кадрах. В связи с этим, наиболее перспективным направлением видится разработка гибридных архитектур и создание доступных исследовательских стендов для отработки и демонстрации адаптивных алгоритмов на практике.

Аппаратная часть стенда. Аппаратная реализация исследовательского стенда базируется на платформе Arduino Uno, выступающей в роли центрального управляющего и измерительного узла. Физической моделью объекта управления служит изолированный термобокс, выполненный из пластикового контейнера, что позволяет имитировать инерционность воздушной массы теплицы. Система построена по классической схеме замкнутого контура автоматического регулирования.

В качестве основного датчика обратной связи, измеряющего температуру внутри бокса, используется цифровой сенсор DHT22. Для обеспечения стабильности связи датчик подключён через подтягивающий резистор. Коррекция температуры осуществляется двумя независимыми исполнительными устройствами, управляемыми через электромеханические реле. Нагревательный канал представлен низковольтной галогеновой лампой, которая подключается к внешнему источнику питания 12 В. Для генерации контролируемых возмущений, имитирующих проветривание, в схему введён канал принудительного охлаждения на базе стандартного компьютерного кулера. Все силовые цепи запитаны от единого стабилизированного источника напряжения 12 В, что обеспечивает безопасность и стабильность работы. Микроконтроллер, сенсор и цепи управления реле используют вторичное напряжение 5 В, формируемое бортовым стабилизатором Arduino. Такая архитектура обеспечивает модульность, наглядность и полную воспроизводимость экспериментальной установки. Схема соединения аппаратно-программный стенда для исследования алгоритмов управления микроклиматом представлена на рисунке 1.

Программная реализация. Программное обеспечение стенда разработано в среде Arduino IDE на языке C++ с использованием стандартных библиотек платформы. Программа для Arduino структурируется вокруг двух обязательных функций: `setup()` для однократной инициализации периферии и параметров, и циклически выполняемой `loop()`, в которой реализована основная логика измерений и управления.

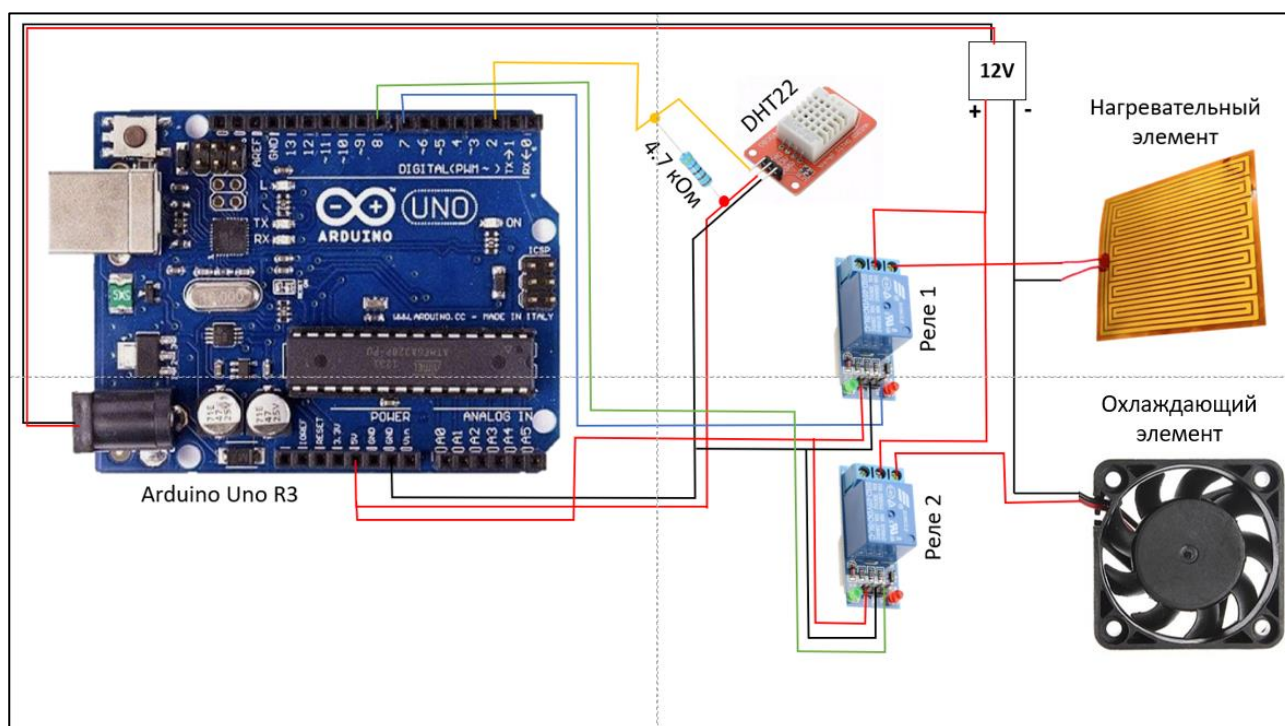


Рис. 1. Схема соединения аппаратно-программный стенд для исследования алгоритмов управления микроклиматом

Логика программы заключается в следующем: после инициализации и настройки параметров в каждом цикле измеряется текущая температура с датчика DHT22. На основе этой величины, заданного целевого значения и выбранного алгоритма вычисляется управляющее воздействие. Результатом вычисления является команда на включение или выключение нагревателя (пин D7) и/или вентилятора (пин D8). Для наглядности и сбора данных в монитор последовательного порта выводятся текущие показания и состояние актуаторов.

Для обеспечения сравнения в код интегрированы три функции управления:

- *releyControl()* — двухпозиционный (релейный) регулятор с гистерезисом.
- *pidControl()* — классический дискретный ПИД-регулятор.
- *adaptivePIDControl()* — адаптивный алгоритм на базе ПИД, автоматически корректирующий коэффициент усиления при обнаружении резкой ошибки или внешнего возмущения.

В демонстрационном эксперименте алгоритмы могут переключаться программно или путем закомментирования соответствующих вызовов в главном цикле. Для корректной работы ПИД-регуляторов необходима предварительная эмпирическая настройка коэффициентов (*Kp*, *Ki*, *Kd*) под конкретные динамические характеристики стенда. Ключевые фрагменты кода представлены в таблице 1.

Таблица 1

Ключевые фрагменты кода на языке C++

Назначение	Код
Инициализация и конфигурация	<pre>#define DHTPIN 2 // Пин данных DHT22 #define HEATER_PIN 7 // Пин управления реле нагрева #define DHTTYPE DHT22 // Тип датчика DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);</pre>
Ядро ПИД-регулятора (вычисление управляющего воздействия)	<pre>float error = target - current; float proportional = Kp * error; integral += error * deltaTime; float derivative = (error - prevError) / deltaTime; float output = proportional + Ki*integral + Kd*derivative; prevError = error;</pre>
Логика адаптации (в адаптивном алгоритме)	<pre>if (abs(error) > errorThreshold) { adaptiveKp = Kp * 1.5; // Усиление реакции при большой ошибке } else { adaptiveKp = Kp; // Номинальный режим }</pre>
Управление исполнительными устройствами	<pre>digitalWrite(HEATER_PIN, heaterState ? HIGH : LOW); digitalWrite(COOLER_PIN, coolerState ? HIGH : LOW);</pre>

Результаты исследования. Для сравнительного анализа эффективности алгоритмов управления на разработанном стенде был проведён серия стандартизированных экспериментов. Целью эксперимента являлась объективная оценка способности каждого алгоритма (релейного, классического ПИД, адаптивного ПИД) поддерживать заданную температуру в условиях изменчивой среды, смоделированной через контролируемые внешние возмущения.

За целевое значение температуры (уставка) было принято значение +25°C. Начальные условия для всех тестов были идентичны: температура внутри камеры соответствовала комнатной (+21°C). Каждый тест длился 20 минут и состоял из двух фаз:

1. **Фаза стабилизации (0–10 мин):** система отрабатывала выход на заданную температуру из начального состояния.

2. **Фаза возмущения (10–12 мин):** для имитации резкого охлаждения, аналогичного открытию форточки или сквозняку, на 120 секунд принудительно включался вентилятор охлаждения.

После отключения возмущения наблюдалась работа системы по восстановлению заданного режима. Данные с датчика температуры, состояния нагревателя и вентилятора записывались в монитор последовательного порта с интервалом в 1 секунду для последующего анализа.

На основе теоретического анализа и динамических характеристик стенда были получены следующие сравнительные результаты, наглядно представленные на графиках переходных процессов. Релейный алгоритм продемонстрировал ожидаемое поведение с постоянными колебаниями (автоколебаниями) вокруг заданного значения. Величина отклонений составила приблизительно $\pm 1.0\text{--}1.5^\circ\text{C}$. При возникновении возмущения система не смогла ему эффективно противодействовать, что привело к значительному падению температуры. Восстановление после отключения вентилятора происходило медленно, с большим перерегулированием и последующими затухающими колебаниями. Классический ПИД-регулятор показал качественно лучшую динамику. Выход на уставку произошёл быстрее и плавнее, без автоколебаний в установившемся режиме (отклонение в статике менее $\pm 0.3^\circ\text{C}$). Однако при резком возмущении проявился недостаток фиксированных коэффициентов: система отреагировала с заметной задержкой, а компенсация воздействия была недостаточно быстрой, что привело к более глубокому, чем у адаптивного алгоритма, отклонению от уставки. Восстановление также сопровождалось небольшим перерегулированием. Адаптивный ПИД-алгоритм подтвердил свою эффективность в нестационарных условиях. В фазе стабилизации его работа была сопоставима с классическим ПИД. Ключевое преимущество проявилось при обработке возмущения: механизм адаптации, отследив резкий рост ошибки и скорость её изменения (производную), мгновенно увеличил коэффициент усиления. Это позволило значительно сократить глубину падения температуры и максимально быстро вернуть систему к заданному значению с минимальным перерегулированием. Время восстановления после снятия возмущения оказалось на 30–40% меньше, чем у классического ПИД.

Для объективной оценки были рассчитаны ключевые метрики сравнения качества алгоритмов управления. Результаты сравнительного анализа алгоритмов управления представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты сравнительного тестирования алгоритмов управления.

Алгоритм управления	Время выхода на режим (до $\pm 0.5^\circ\text{C}$), с	Максимальное отклонение при возмущении, $^\circ\text{C}$	Среднеквадратичное отклонение в последние 5 мин, $^\circ\text{C}$	Условное энергопотребление*
Релейный	180 – 240	- 4.2	0.95	1.00
Классический ПИД	90 – 120	- 2.8	0.22	0.85
Адаптивный ПИД	90 – 120	- 1.9	0.25	0.80
*Условное энергопотребление оценено как суммарное время работы нагревателя за весь эксперимент, нормированное на результат релейного алгоритма.				

Проведенный демонстрационный эксперимент наглядно подтвердил теоретические положения. Классические алгоритмы, такие как ПИД-регулирование, обеспечивают высокое

качество управления в стационарных условиях, но их эффективность снижается при резких изменениях параметров объекта или внешних воздействиях. Реализованный адаптивный алгоритм, даже в его упрощённом виде, продемонстрировал существенное преимущество в устойчивости к возмущениям за счёт способности изменять свою «жесткость» в реальном времени. Это выразилось в меньшей глубине отклонения при возмущении и более быстром восстановлении, что напрямую ведёт к снижению стресса для растений и повышению ресурсоэффективности системы в целом. Полученные результаты обосновывают целесообразность дальнейших исследований в области адаптивных и прогнозных систем управления для IoT в агропромышленности.

Заключение. В результате проведённой работы был успешно разработан, собран и апробирован модульный аппаратно-программный стенд на базе контроллеров Arduino, предназначенный для сравнительного исследования алгоритмов управления микроклиматом. Практическая реализация стенда, включающая детально описанную электрическую схему, программный код и методику проведения экспериментов, подтверждает его ключевые достоинства: низкую стоимость, воспроизводимость и наглядность. Это делает его эффективным инструментом как для учебного процесса, так и для первичной научной апробации алгоритмов в условиях, приближённых к реальным. Демонстрационный эксперимент с моделированием изменчивых внешних условий наглядно показал принципиальные различия в работе классических и адаптивных методов управления. Сравнительный анализ подтвердил, что классический ПИД-регулятор превосходит простой релейный контроль по точности и скорости стабилизации, однако его фиксированные параметры становятся недостатком при работе в нестационарной среде. Внедрённый в работу упрощённый адаптивный алгоритм, способный изменять коэффициент усиления при обнаружении значительных отклонений или резких возмущений, продемонстрировал качественное преимущество именно в этих условиях. Он обеспечил на 30-40% более быстрое восстановление заданного режима и на 20% меньшее условное энергопотребление по сравнению с релейным управлением, что напрямую свидетельствует о его потенциале для повышения ресурсоэффективности агротехнических систем.

Проведенная работа достигает своей цели, доказывая, что даже на базе недорогой и доступной платформы можно создавать действующие прототипы для валидации современных подходов к управлению. Полученные результаты обосновывают перспективность дальнейших исследований в области адаптивных и прогнозных алгоритмов для систем IoT в агропромышленности. К перспективам развития стенда относится расширение его функциональности за счёт подключения дополнительных датчиков (влажность почвы, CO₂), реализации сетевого взаимодействия на базе ESP32 для построения распределённых систем, а также интеграции более сложных алгоритмов, включая элементы машинного обучения для прямого управления по состоянию растений. Представленное решение вносит вклад в решение актуальной задачи снижения барьеров для исследования и внедрения интеллектуальных систем управления в агропромышленном комплексе.

Список источников

1. Боровский, А.С. Программирование микроконтроллера Arduino в информационно-управляющих системах: учебное пособие / А.С. Боровский, М. Ю. Шрейдер. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. – 113 с. – ISBN 978-5-7410-1853-8. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/78913.html>
2. Ван, В. Сравнительный анализ современных систем автоматизированного управления микроклиматом в теплице / В. Ван, А. Р. Харисов // Вестник науки. 2025. Т. 4, № 12-2(93). – С. 256-275. – EDN QTUJSM.
3. Дабылова, Н. С. Обзор по микроклимату и применению теплиц: параметры проектирования, тепловое моделирование и моделирование, технологии управления климатом / Н.С. Дабылова, К.С. Чакеева // Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами. 2022. № 2(14). – С. 19-26. – DOI 10.26731/2658-3704.2022.2(14).19-26. – EDN GUEGQY.
4. Егунов В.А. Повышение эффективности управления микроклиматом теплиц с использованием нейросетевых технологий и распределённых встраиваемых систем / В.А. Егунов, А. А. Кузьменко, А. С. Борисов, О. А. Старовойтова // Инженерный вестник Дона. – 2025. – № 7(127). – С. 884-900. – EDN REBJBW.

5. Задорожный, А.Ф. Основы построения микропроцессорных систем управления: учебное пособие / А.Ф. Задорожный, П.А. Графеев. – Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2018. – 105 с. – ISBN 978-5-7795-0846-9. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/85875.html>
6. Мамичев, Д. Программирование на Ардуино. От простого к сложному / Д. Мамичев. – Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2022. – 244 с. – ISBN 978-5-91359-292-7. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/142051.html>
7. Седышев, В. В. Автоматизированная энергосберегающая теплица / В. В. Седышев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2025. – № 3(113). – С. 105-112. – DOI 10.37670/2073-0853-2025-113-3-105-112. – EDN TNGWRB.

УДК 631.459:004

РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В БОРЬБЕ С ЭРОЗИЕЙ ПОЧВ

Исаев М.И.,

*доцент кафедры «Прикладная математика и компьютерные технологии»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»*

Темергаев Р.А.,

*студент 1 курса, направления подготовки «Радиофизика»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»*

Данаев М.Х.,

*студент 4 курса, направления подготовки «Прикладная математика и информатика»
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова»*

Аннотация. Стремительное развитие информационных технологий создает уникальные возможности для защиты почв от эрозии и поддержания высокой продуктивности сельскохозяйственных земель. Настоящая статья рассматривает взаимосвязь агрономии и ИТ, особое внимание уделяя важности подготовки кадров, способных сочетать биологическое знание и умения использования современных технологических решений. Предлагается анализ имеющихся решений и перспектив их развития, а также определяются пути совершенствования подготовки специалистов, способных противостоять современным вызовам в области охраны почв.

Ключевые слова: информационные технологии, эрозия почвы, борьба с эрозией почвы, развитие информационных технологий.

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT

Isaev M.I.,

*Docent of the Department of Applied Mathematics and Computer Technology
Kadyrov Chechen State University*

Temergayev R.A.,

*1th year student of the direction of training "Radiophysics"
Kadyrov Chechen State University*

Danaev M.H.,

*4th year student of the direction of training "Applied Mathematics and Computer Science"
Kadyrov Chechen State University*

Abstract. The rapid development of information technology creates unique opportunities for protecting soils from erosion and maintaining high agricultural productivity. This article examines the relationship between agronomy and IT, focusing on the importance of training personnel capable of combining biological knowledge with the ability to use modern technological solutions. It offers an analysis of existing solutions and their development prospects, and identifies ways to improve the training of specialists capable of addressing modern soil conservation challenges.

Keywords: Information technology, soil erosion, soil erosion control, information technology development.

Эрозия почв является глобальной проблемой, угрожающей продовольственной безопасности человечества. Наряду с традиционными мерами борьбы с данным процессом важное место занимают информационные технологии, позволяющие эффективнее управлять сельскохозяйственными угодьями и снижать негативное воздействие антропогенной деятельности на природу.

Выбор данной тематики продиктован острой необходимостью консолидации междисциплинарного опыта – от фундаментальной биологии до прикладной информатики и агротехнологий. Основной вектор статьи направлен на критический анализ роли ИТ-инструментов в сохранении почвенных ресурсов, а также на поиск эффективных образовательных моделей для подготовки кадров, способных внедрять эти решения в реальный сектор.

Современный цифровой инструментарий радикально меняет подходы к идентификации деградационных рисков.

Космическое зондирование в системе почвенного мониторинга

Дистанционное наблюдение из космоса сегодня выступает базовым методом фиксации эрозионных процессов, обеспечивая непрерывность и непредвзятость данных о состоянии земельного фонда на макроуровне. Фундаментом рассматриваемого подхода служат материалы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), транслируемые многофункциональными спутниковыми группировками. В современной практике мониторинга деградационных процессов принято дифференцировать методы наблюдения на два основных типа: оптико-электронные и радиолокационные.

Функционирование орбитальных платформ обеспечивается прецизионными сенсорными системами, фиксирующими спектральные характеристики электромагнитного излучения, отраженного от подстилающей поверхности. С точки зрения физических принципов извлечения данных, целесообразно выделить следующие спецификации съемочного процесса:

- Спектрометрия в оптическом и ближнем ИК-диапазонах. Данный метод опирается на анализ данных, полученных в видимом спектре, что открывает широкие возможности для векторизации границ сельскохозяйственных земель, оценки динамики вегетационных индексов и экспресс-анализа влажности верхних горизонтов почвы. Существенным деструктивным фактором здесь является прямая зависимость от состояния атмосферы: наличие плотного облачного покрова или аэрозольного загрязнения (тумана) критически лимитирует информативность и качество получаемых изображений.

- Радиолокационное зондирование. В отличие от пассивных оптических систем, радары оперируют в микроволновом спектре, для которого тропосферные явления не являются преградой. Это гарантирует стабильное получение телеметрической информации вне зависимости от метеоусловий. Радиолокационные данные позволяют с высокой точностью верифицировать микрорельеф, оценивать плотность сложения и диэлектрические свойства (влажность) почвенного субстрата, давая косвенное представление о внутренней структурной целостности покрова.

После первичного приема сигнал проходит цикл наземной обработки для интерпретации специалистами. Собранные изображения подвергаются детальному анализу с целью выделения индикаторов эрозии и нарушений структуры почвенного покрова. К таким показателям относят:

- Изменение цвета почвы, свидетельствующее о снижении органического вещества.
- Появление промоин, оврагов и эрозионных пятен.
- Исчезновение растительного покрова на определённых участках.
- Уровень увлажнённости и водонасыщенности почв.

Используя комбинацию спектральных каналов и статистических методов, исследователи создают карты, показывающие регионы, подвергшиеся наибольшему риску эрозии. На основе обработанной информации формируются экспертные заключения и рекомендации относительно защитных мероприятий. Специалисты предлагают:

- Оптимизацию севооборотов для снижения механической нагрузки на землю.
- Определение районов для посадок лесополос и древесных насаждений, стабилизирующих грунт.
- Выбор наилучшего метода обработки почвы и размещения дренажных систем.

Сформулированные на основе данных ДЗЗ рекомендации становятся фундаментом для принятия управленческих решений, позволяя собственникам земель купировать эрозионные риски и планомерно восстанавливать плодородие. В Российской Федерации накоплен значительный опыт практического внедрения космоснимков. Так, Росреестр применяет спутниковую аналитику для ведения земельного кадастра и инвентаризации фондов.

Разработки РосНИТИ в области систем оперативного контроля позволяют локализовать очаги деградации на ранних стадиях. На глобальном уровне высокую результативность

показывают инициативы Copernicus (Европа), NASA (США) и JAXA (Япония), чей массив данных открыт для мирового научного сообщества.

Однако при всех преимуществах космической аналитики следует учитывать ряд факторов. Во-первых, периодичность пролета спутников не всегда позволяет мгновенно реагировать на стихийные процессы. Во-вторых, высокодетальная съемка и лицензионное ПО требуют серьезного бюджетного сопровождения. Тем не менее, превентивный эффект от использования ИТ-решенийкратно перекрывает потенциальный ущерб от потери земель.

Роль ГИС в профилактике почвенной эрозии

Геоинформационные системы (ГИС) – это технологический каркас для комплексного оперирования пространственными данными в экологии и агропроизводстве. Они обеспечивают не только визуализацию, но и многоуровневое управление территориями. В контексте антиэрозионных мер использование ГИС имеет несколько ключевых векторов.

По своей сути ГИС – это сложная экосистема программно-аппаратных средств для накопления, анализа и картографирования привязанных к местности данных. Функционал базируется на наложении информационных слоев, каждый из которых отражает конкретный параметр: от топографии до режимов землепользования.

Алгоритм работы включает интеграцию разрозненных сведений – спутниковых данных, результатов полевых выездов и метеорологических сводок – в единую цифровую модель. Каждый слой соответствует определенной категории данных, например:

- Почвенный слой: включает физико-химические показатели, структуру и гумусовое состояние.

- Фито-слой: отражает видовое разнообразие, проективное покрытие и состояние лесных массивов.

- Гидрографическая сеть: аккумулирует данные о поверхностных и грунтовых водах.

- Климат: температура воздуха, осадки, скорость ветра.

- Землевладение: границы участков, собственность, право аренды.

Несмотря на огромное количество преимуществ, существуют некоторые сложности, препятствующие широкому использованию ГИС:

- Требуется высокая квалификация пользователей для правильной настройки и анализа данных.

- Постоянное обновление баз данных связано с большими финансовыми вложениями.

- Возможны технические сбои и искажения данных, вызванные ошибками измерений или некорректной работой приборов.

Российские ученые активно внедряют ГИС-технологии в практику. Институт географии РАН разработал атлас эрозионных процессов на европейской части России, позволивший наглядно представить картины деградации почв и предложить меры по их восстановлению. Подобный подход использовался и в проекте "Почвенная карта Европы", где были выявлены факторы риска и разработаны схемы рационального использования пахотных земель.

Несмотря на многочисленные достоинства информационных технологий, существует ряд преград, затрудняющих их массовое внедрение:

- Высокая стоимость установки и обслуживания техники и программного обеспечения.

- Отсутствие необходимой технической инфраструктуры в отдалённых районах и сельских населённых пунктах.

- Нехватка квалифицированных специалистов, умеющих совмещать агрономические знания с техническими навыками работы с компьютером и программным обеспечением.

- Сложность интерпретации огромных объёмов данных и выбор адекватных способов их анализа.

Подготовке специалистов, способных профессионально владеть инструментами и технологиями, посвящёнными борьбе с эрозией почв, отводится особая роль. Современная образовательная система должна учитывать требования аграрного сектора и включать в себя модули по следующим ключевым областям:

- Основы географии и почвоведения.

- Теоретические основы информатики и вычислительной техники.
- Методология сбора и анализа данных.
- Практические навыки эксплуатации ГИС и инструментария дистанционного зондирования.
- Владение методами численного моделирования для прогнозирования экологических рисков.

Фундаментальный успех образовательного процесса невозможен без тесной интеграции академической школы с профильным производственным сектором. Именно такой симбиоз позволяет студентам апробировать теоретические знания на реальных объектах. В рамках реализации этой стратегии необходимо сфокусироваться на следующих этапах:

1. Создание распределенной информационной среды, объединяющей базы данных о состоянии земель с аналитическими модулями раннего оповещения об эрозии.
2. Организация системы непрерывного повышения квалификации для практикующих аграриев в сфере современных ИТ.
3. Стимулирование инновационной активности малого бизнеса и стартапов, разрабатывающих локальные решения для охраны почв.
4. Укрепление международного сотрудничества в области обмена опытом и технологиями борьбы с эрозией почв.

Информатизация сельского хозяйства и борьба с эрозией почв находятся в тесной связи, определяющей будущее нашего общества. Эффективное противодействие этому процессу требует привлечения высококвалифицированных специалистов, владеющих знаниями в области биологии, экологии и информационных технологий. Осознавая важность подготовки специалистов нового типа, мы можем надеяться на реализацию проектов, создающих устойчивый экономический рост и сохраняя природные богатства планеты для последующих поколений.

Список источников

1. Гакаев Р.А. Характер оползнепроявления мажойского ландшафтно-оползневого комплекса (Чеченская Республика). В сборнике: IX Щукинские чтения: к 80-летию кафедры геоморфологии и палеогеографии и 270-летию Московского университета и XXXVIII Пленум геоморфологической комиссии РАН. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Москва, 2025. – С. 164-168.
2. Исаев М.И., Гараев А.Х., Магамадов А.С.С. Реализация задачи расчета аэрации водоема в программе Excel. В сборнике: Актуальные проблемы исследований в области географии, экологии и туризма. Материалы Всероссийской молодежной научно-практической конференции. – Грозный, 2024. – С. 49-53.
3. Исаев М.И., Индиев М.М., Алдамов А.И. Построение математической модели расчета объема стока воды в русле реки. В сборнике: Природно-ресурсный потенциал и экологическая реабилитация деградированных ландшафтов. Материалы Международной научно-практической конференции. – Грозный, 2023. – С. 168-177.
4. Исаев М.И., Индиев М.Ю., Кайхаев Р.Х. Преимущество применения численного моделирования в геоэкологии. В сборнике: Географические исследования в контексте социально-экономического развития регионов. ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова». – Грозный, 2023. – С. 176-179.
5. Керимов И.А., Гакаев Р.А., Батукаев А.А. Изучение оползневых процессов горных территорий чеченской республики: системно-методологические основы. Грозненский естественнонаучный бюллетень. 2024. Т. 9. № 2 (36). – С. 34-41.

VI Всероссийская научно-практическая конференция
«DIGITAL ERA»

Подписано в печать 09.03.2026 г. Формат 60х84/8
Бумага офисная. Печать-ризография.
Уч.-изд. л. 19,1. Тираж 100 экз.

Издательство Чеченского государственного университета им. А.А. Кадырова
Адрес: 364037 ЧР, г. Грозный, ул. Субры Кишиевой, 33