

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА  
Факультет вычислительной математики и кибернетики

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ  
И ИНФОРМАЦИОННЫХ НАУК  
Труды Международного конгресса**

20 – 22 ноября 2025 г., Москва

МОСКВА – 2026

УДК 004(063)  
ББК 32.97я431  
С 56



Рецензенты:

*А. Н. Сотников* – д. ф.-м. н., профессор, зам. директора  
Межведомственного суперкомпьютерного центра РАН

*Д. В. Протас* – д. э. н., старший отраслевой аналитик Альфа-Банка

Под редакцией профессора В.А. Сухомлина

**С56 Современные проблемы компьютерных и информационных наук** : труды международного конгресса, 20–22 ноября 2025 г., Москва / под ред. В. А. Сухомлина. – Москва : МГУ, 2026. – 143 с.

ISBN: 978-5-521-24977-0

Данный сборник содержит полные статьи, короткие статьи и аннотации стендовых докладов, включенных в программу Международного конгресса «Современные проблемы компьютерных и информационных наук», прошедшего на факультете вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова 20–22 ноября 2025 года. Конгресс проводится в рамках программы деятельности Федерального учебно-методического объединения в сфере высшего образования по УГСН 02.00.00 «Компьютерные и информационные науки». Конгресс проводится в рамках направлений деятельности Московского центра фундаментальной и прикладной математики. Издание осуществлено при финансовой поддержке Фонда содействия развитию интернет-медиа, ИТ-образования, человеческого потенциала «Лига интернет-медиа».

УДК 004(063)  
ББК 32.97я431

**Modern Problems of Computer and Information Sciences** : Proceedings of the International Congress, November 20–22, 2025, Moscow / edited by V. A. Sukhomlin. Moscow: Moscow State University, 2026. 143 p.

ISBN: 978-5-521-24977-0

This collection contains full papers, short papers, and abstracts of poster presentations included in the program of the International Congress “Modern Problems of Computer and Information Sciences,” held at the Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics of Lomonosov Moscow State University on November 20–22, 2025. The Congress is organized as part of the activities of the Federal Educational and Methodological Association in Higher Education for the enlarged group of specialties and fields of study 02.00.00 “Computer and Information Sciences.” The Congress is also held within the framework of the activities of the Moscow Center for Fundamental and Applied Mathematics.

This publication was made possible with the financial support of the League of Internet Media Foundation for the Development of Internet Media, IT Education, and Human Potential.

*Подробную информацию о конференции можно найти в сети Интернет  
по адресу <http://it-edu.oit.cmc.msu.ru/>*

ISBN: 978-5-521-24977-0

© Авторы статей, 2026  
© МГУ имени М. В. Ломоносова, 2026

# Содержание

## Полные и короткие статьи

|                                                                                                                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Гибридная когнитивная система предиктивного мониторинга критической инфраструктуры в арктической зоне<br>Д. В. Сердечный, Н. С. Акиншин, В. Д. Кутков.....                                               | 5   |
| Программная реализация универсальной матричной машины<br>Д. Е. Кавченков.....                                                                                                                            | 12  |
| Формализация трансляции многомерно-матричной алгебры для задач в реляционных системах управления базами данных<br>Д. Ю. Михайленко .....                                                                 | 16  |
| Java Concurrency и Stream API для распараллеливания решения численных задач<br>М. В. Кожетьева, А. В. Картузов .....                                                                                     | 23  |
| Методы исследования надёжности паролей при помощи средств машинного обучения<br>Д. А. Абрамов.....                                                                                                       | 26  |
| Разработка программного комплекса для анализа колебательных и резонансных явлений в механических системах с движущимися границами<br>К. В. Литвинова.....                                                | 39  |
| Использование ИИ, языка разметки Markdown и подхода «диаграмма как код» при создании учебных материалов в системе Quarto<br>И. А. Кочергин.....                                                          | 47  |
| Особенности внедрения финансовых технологий в автоматизированной и цифровой экономике<br>О. Г. Скузоватова.....                                                                                          | 53  |
| Комплекс виртуальных тренажеров и симуляторов как цифровой образовательный ресурс в военной подготовке<br>Е. Н. Ливак.....                                                                               | 64  |
| Проблема оценивания знаний, умений, навыков студентов в условиях цифровой трансформации образования<br>Г. В. Кузенкова, Н. В. Шестакова, А. В. Грезина.....                                              | 68  |
| Методические особенности преподавания учебной дисциплины «Компьютерное зрение» в высшей школе<br>Д. А. Власов, А. В. Синчуков .....                                                                      | 80  |
| Влияние использования больших языковых моделей студентами при обучении и выполнении самостоятельных работ<br>А. А. Куликовская, И. В. Баранникова, О. В. Медюшко, А. В. Красильников, А. И. Рыжков ..... | 89  |
| Автоматизация проверки лабораторных работ<br>К. В. Дога, Е. Р. Алексеев .....                                                                                                                            | 96  |
| Использование языка программирования Julia при обучении математике и программированию<br>Е. Р. Алексеев, Ю. Р. Чуракова, И. А. Горбунова.....                                                            | 101 |
| E-learning и информационные технологии в математическом образовании будущих инженеров техносферной безопасности<br>Е. Н. Трофимец.....                                                                   | 109 |

|                                                                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Цифровые шаблоны как инструмент формирования вычислительных компетенций инженеров<br>техносферной безопасности<br>Е. Н. Трофимец.....                              | 117 |
| Ренессанс школьных естественно-научных дисциплин и его роль в подготовке будущих<br>инженерных кадров на примере школьного курса информатики<br>Д. Ю. Кононов..... | 122 |
| Интеграция нейросетевых технологий в образовательный процесс школы: опыт внедрения<br>и профессиональное развитие педагогов<br>И. Н. Шегай .....                   | 131 |

### **Аннотации стендовых докладов**

|                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Конверсум: где начинается видение<br>Е. А. Назарова, А. Н. Белова.....                                             | 137 |
| ИИ в обучении английскому языку студентов разноуровневых групп. План занятия<br>Ю. В. Шубина, О. И. Морковина..... | 142 |

## Гибридная когнитивная система предиктивного мониторинга критической инфраструктуры в арктической зоне

Д. В. Сердечный, Н. С. Акиншин\*, В. Д. Кутков

ФГБОУ ВО «Государственный университет управления», г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 109542, Российская Федерация, г. Москва, Рязанский пр., д. 99

\* ns\_akinshin@guu.ru

### Аннотация

Рассматривается задача повышения надежности и безопасности эксплуатации объектов критической инфраструктуры в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ). Существующие системы мониторинга, основанные на одном типе данных (визуальных или телеметрических), обладают ограниченной полнотой и не автоматизируют процесс формирования управленческих решений. В работе предлагается архитектура гибридной когнитивной системы, обеспечивающей комплексный анализ состояния технических объектов. Система интегрирует два потока данных: визуальную информацию, обрабатываемую сверточными нейронными сетями (CNN) для извлечения количественных метрик дефектов, и телеметрические данные с IoT/SCADA-сенсоров, анализируемые рекуррентными нейронными сетями (LSTM/GRU) для выявления аномальных трендов. Синтезированный на основе данных потоков гибридный вектор состояния объекта поступает на вход прогностической модели для оценки остаточного ресурса (RUL) и вероятности отказа (PoF). Результаты прогнозирования служат основой для автоматической генерации аналитических отчетов и рекомендаций с использованием больших языковых моделей (LLM) и технологии Retrieval-Augmented Generation (RAG), которая обогащает контекст данными из нормативно-технической документации. Данный подход позволяет перейти от констатации рисков к формированию обоснованных, проактивных управленческих решений.

**Ключевые слова:** Арктика, энергетическая инфраструктура, видеомониторинг, нейросети, сверточные сети, диагностика, LLM, телеметрия

**Финансирование:** статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет средств федерального бюджета по государственному заданию «Научные, методологические и практические основы разработки и применения цифровых и интеллектуальных технологий в целях обеспечения устойчивого развития регионов Российской Федерации, включая удаленные и труднодоступные территории Сибири, Дальнего Востока и Арктической зоны»; код научной темы, присвоенной учреждением, - FZNW-2025-0021.

## Hybrid Cognitive System for Predictive Monitoring of Critical Infrastructure in the Arctic Zone

D. V. Serdechnyy, N. S. Akinshin\*, V. D. Kutkov

State University of Management, Moscow, Russian Federation

Address: 99 Ryazansky Prospect, Moscow 109542, Russian Federation

\* ns\_akinshin@guu.ru

### Abstract

This paper addresses the challenge of enhancing the reliability and safety of critical infrastructure facilities in the Arctic Zone of the Russian Federation (AZRF). Existing monitoring systems, which rely on a single data type (either visual or telemetric), suffer from limited comprehensiveness and do not automate the process of generating management decisions. The work proposes an architecture for a hybrid cognitive system that ensures a comprehensive analysis of the condition of technical objects. The system integrates two data streams: visual information processed by Convolutional Neural Networks (CNN) to extract quantitative defect metrics, and telemetry data from IoT/SCADA sensors, analyzed by Recurrent Neural Networks (LSTM/GRU) to identify anomalous trends. A synthesized hybrid state vector of the object, based on these data streams, is fed into a predictive model to estimate the Remaining Useful Life (RUL) and Probability of Failure (PoF). The forecasting results form the basis for the automatic generation of analytical reports and recommendations using Large Language Models (LLM) and Retrieval-Augmented Generation (RAG) technology, which enriches the context with data from regulatory and technical documentation. This approach enables a transition from risk identification to the formation of justified, proactive management decisions.

**Keywords:** Arctic, energy infrastructure, video monitoring, neural networks, convolutional networks, diagnostics, LLM, telemetry

**Funding:** This research was supported by a grant from the federal budget of the Russian Federation, allocated for the state assignment No. FZNW-2025-0021, entitled “Scientific, Methodological, and Practical Foundations for the Development and Application of Digital and Intelligent Technologies to Ensure the Sustainable Development of the Russian Regions, Including the Remote and Hard-to-Reach Territories of Siberia, the Far East, and the Arctic Zone.”

## Введение

Функционирование энергетической и транспортной инфраструктуры в АЗРФ сопряжено со значительными эксплуатационными рисками, обусловленными экстремальными климатическими условиями и геокриологической нестабильностью. Традиционные методы контроля, предполагающие периодические инспекции, являются ресурсоемкими и не обеспечивают требуемой оперативности. Внедрение цифровых технологий мониторинга является необходимым условием для обеспечения устойчивого развития данных территорий [1-2].

Существующие подходы, основанные на анализе визуальных данных с применением CNN, позволяют с высокой точностью идентифицировать и количественно оценивать внешние дефекты (коррозия, деформации, обледенение) [3]. Однако данные подходы предоставляют информацию лишь о внешних проявлениях деградации объекта. Параллельно, системы телеметрического контроля на базе IoT-датчиков и SCADA регистрируют изменения внутренних эксплуатационных параметров (вибрация, температура), но не способны зафиксировать структурные дефекты, не имеющие прямого отражения в телеметрии.

Проблема заключается в отсутствии комплексного подхода, который бы интегрировал данные разнородной природы для формирования целостной оценки состояния объекта и автоматизировал бы последующий процесс принятия решений. Результаты работы существующих систем предиктивной аналитики, как правило, представлены в виде числовых показателей, требующих дальнейшей интерпретации инженером и ручного составления отчетной документации [4].

В данной работе предлагается архитектура гибридной когнитивной системы, осуществляющей синтез мультимодальных данных и последующую автоматическую генерацию текстовых отчетов. Целью исследования является разработка концептуальной модели такой системы, описание принципов взаимодействия ее компонентов и демонстрация механизма формирования проактивных управленческих решений на основе генеративных языковых моделей.

## Материалы и методы

Предлагаемая архитектура системы основана на модульном принципе и реализует многоуровневую обработку информации, начиная со сбора разнородных данных и заканчивая генерацией аналитических заключений. Подсистема анализа визуальных данных: реализуется на основе ансамбля сверточных нейронных сетей. Для задачи локализации и классификации дефектов (коррозия, трещины) применяется архитектура YOLO, обеспечивающая обработку в реальном времени. Для задач семантической сегментации, направленных на количественную оценку площади дефектов или объема обледенения, используется архитектура U-Net с энкодером на базе EfficientNet-B4. Применение техник аугментации, имитирующих арктические условия (низкая освещенность, атмосферные осадки), является необходимым условием для достижения робастности моделей при дефиците размеченных данных [5-7].

Задача предиктивного мониторинга формализуется как поиск отображения  $F$ , преобразующего историю гетерогенных наблюдений

$$\{I(t), S(t)\}$$

в прогнозные оценки состояния (RUL, PoF). В данной работе это отображение декомпозируется на последовательность операторов: извлечения признаков:  $\Phi_{vis}$  и  $\Phi_{tel}$ , прогностического моделирования  $\Psi$  и когнитивной генерации  $\Gamma$ . Для этого необходимо формирование гибридного вектора состояния:

$$V(t) = V_{vis}(t) \oplus V_{tel}(t),$$

где:

$\oplus$  – оператор конкатенации.

Подобный подход позволяет модели  $\Psi$  оперировать в обогащенном признаковом пространстве, отражающем как внешние морфологические дефекты, так и внутреннюю динамику процессов.

Параллельно с визуальным контролем функционирует подсистема анализа телеметрических данных, обеспечивающая мониторинг внутренних эксплуатационных процессов, которые не всегда имеют внешние проявления. Данная подсистема агрегирует данные с распределенной сети сенсоров, формируя многомерные временные ряды. Инклинометры и GPS/ГЛОНАСС-приемники регистрируют динамику изменения угловых отклонений и пространственного положения конструкций, что позволяет выявлять медленные, но критические процессы деградации фундаментов вследствие таяния вечной

мерзлоты. Виброакустические датчики фиксируют амплитудно-частотные характеристики вибраций и акустические эмиссии, анализ которых направлен на раннее детектирование износа подшипников, дисбаланса роторных агрегатов и развития микротрещин в несущих элементах. Термографические сенсоры и термодатчики осуществляют непрерывный контроль температурных полей, выявляя аномальные перегревы в точках электрических соединений, свидетельствующие о росте переходного сопротивления. Тензометрические датчики измеряют механические напряжения в конструкциях, позволяя оценивать накопление усталостных повреждений под действием ветровых и ледовых нагрузок. Систематизация применяемых телеметрических систем и оценка значимости получаемых с них данных для задач предиктивной аналитики представлена в Таблице 1.

Таблица 1

Классификация телеметрических систем и их значимость для предиктивной аналитики

| Тип телеметрической системы          | Регистрируемые параметры                                                | Значимость для предиктивной аналитики                                                                        |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Виброакустический мониторинг         | Амплитудно-частотные характеристики вибраций, акустические эмиссии.     | Детектирование износа подшипников, дисбаланса, развития микротрещин в материалах.                            |
| Инклинометрия и гео-позиционирование | Угловые отклонения конструкций от вертикали, пространственные смещения. | Прогнозирование потери устойчивости опор вследствие деградации мерзлоты, просадки грунта.                    |
| Термографический контроль            | Распределение температурных полей, локальные температурные аномалии.    | Выявление перегрева контактных соединений, дефектов изоляции, аномальных режимов работы оборудования.        |
| Тензометрия                          | Механические напряжения, деформации в несущих элементах.                | Оценка накопленной усталости материала, рисков разрушения под действием статических и динамических нагрузок. |

Для анализа телеметрических временных рядов  $S(t)$  оператором  $\Phi_{tel}$  применяются рекуррентные нейронные сети с управляемыми блоками (GRU). В отличие от классических RNN, данная архитектура способна улавливать долгосрочные зависимости в данных благодаря механизму гейтов (update, reset), что критически важно для выявления медленно развивающихся предаварийных состояний, предшествующих отказам. Использование GRU вместо более сложных LSTM является компромиссом между выразительной способностью модели и ее вычислительной сложностью, что актуально для потенциального развертывания на периферийных устройствах [8, 10].

Синтез метрик из визуальной и телеметрической подсистем в единый гибридный вектор состояния  $V(t)$  в подобном подходе является основополагающим. Основной технической задачей на данном этапе является временная синхронизация данных, поступающих с различной дискретностью, и формирование унифицированного представления. Сформированный гибридный вектор

$$V(t) = m_v is_1, \dots, m_v is_n, m_t el_1, \dots, m_t el_k$$

является комплексной, численно выраженной характеристикой объекта в момент времени  $t$ . Последовательность данных векторов:

$$\{V(t-n), \dots, V(t)\}$$

подается на вход прогностической модели второго уровня, в качестве которой могут выступать ансамблевые методы, например, градиентный бустинг. Использование обогащенного гибридного вектора, а не данных из одного источника, позволяет модели выявлять сложные нелинейные зависимости между внутренними процессами и внешними проявлениями деградации, что существенно повышает точность и робастность прогноза остаточного ресурса (RUL) и вероятности отказа (PoF) [8, 10].

Прогностическая оценка RUL/PoF служит основой для функционирования когнитивного модуля генерации отчетов, который активируется при превышении показателями установленных пороговых значений. В основе модуля лежит технология Retrieval-Augmented Generation (RAG), объединяющая возможности больших языковых моделей (LLM) с поиском информации в специализированной базе знаний. Первоначально формируется векторная база знаний: корпус нормативно-технической документации (ГОСТы, СНИПы, отраслевые регламенты, паспорта оборудования) преобразуется в плотные векторные представления (embeddings) и индексируется для осуществления быстрого семантического поиска. На этапе извлечения (Retrieval) система автоматически формирует запрос к базе знаний на основе текущего гибридного вектора и прогноза (например, «Деформация опоры ЛЭП типа X превысила значение Y, прогнозируется отказ [11-13]. Найти допустимые нормы отклонений и регламент ре-



монтажных работ для данного типа опоры»). Механизм поиска извлекает из базы наиболее релевантные фрагменты текста. На заключительном этапе генерации (Generation) большая языковая модель получает на вход комплексный промпт, включающий извлеченные из базы знаний фрагменты, численные значения из вектора состояния, результаты прогноза RUL/PoF и заданный шаблон отчета. На основе данной информации модель генерирует структурированный текстовый отчет на естественном языке, содержащий диагностические выводы, их нормативное обоснование и конкретные рекомендации по дальнейшим действиям.

## Результаты исследования

Результатом проведенного исследования является разработанная концептуальная архитектура гибридной когнитивной системы, предназначенной для предиктивного мониторинга и автоматизированной поддержки принятия решений при эксплуатации критической инфраструктуры. Данная архитектура обеспечивает сквозной процесс преобразования разнородных сырых данных в структурированный, обоснованный аналитический отчет. Общая архитектура и последовательность операций в рамках предложенной системы представлена на Рисунке 1.

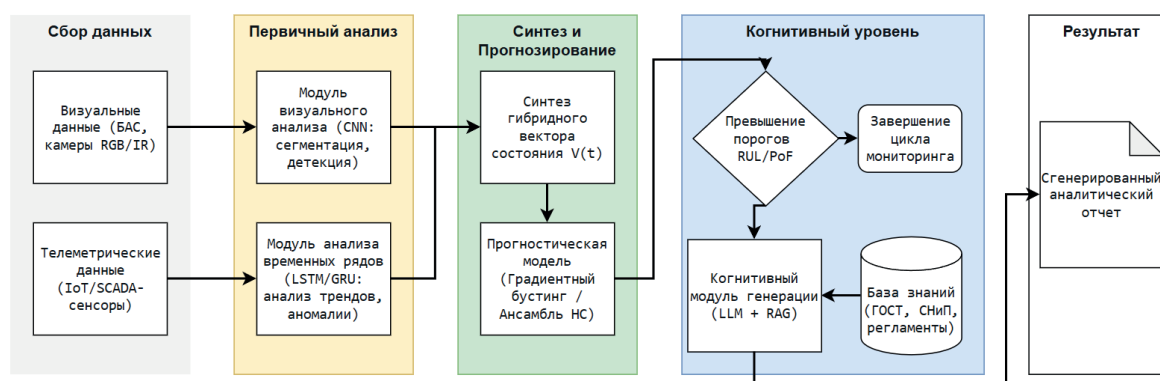


Рис. 1. Блок-схема функционирования гибридной когнитивной системы

Теоретическое преимущество предложенной гибридной архитектуры заключается в преодолении ограничений информативности мономодальных систем. Визуальный анализ ( $\Phi_{vis}$ ) эффективен для выявления статических дефектов, но слеп к динамике внутренних процессов (например, усталостным напряжениям). Телеметрический анализ ( $\Phi_{tel}$ ), напротив, фиксирует динамику, но не способен детектировать дефекты, не имеющие прямого отражения в сенсорных показаниях (например, начальная стадия коррозии). Интеграция этих модальностей в единый вектор  $V(t)$  позволяет прогностической модели  $\Psi$  строить нелинейные решающие поверхности в совмещенном признаковом пространстве, идентифицируя сложные паттерны отказов на пересечении внешних и внутренних факторов [12, 13]. Функционирование системы начинается с параллельного сбора данных из двух потоков: визуальной информации с БАС и стационарных камер (RGB/IR) и телеметрических данных с IoT/SCADA-сенсоров. Далее данные потоки направляются в специализированные модули первичного анализа. Модуль визуального анализа с применением CNN извлекает вектор метрик физических дефектов, в то время как модуль анализа телеметрии на базе LSTM/GRU формирует вектор признаков, отражающих аномальные тренды в эксплуатационных параметрах. На следующем этапе выходы обоих модулей синхронизируются и интегрируются в единый гибридный вектор состояния объекта. Данный вектор служит входными данными для прогностической модели, которая рассчитывает показатели остаточного ресурса (RUL) и вероятности отказа (PoF). При превышении данными показателями установленных пороговых значений активируется когнитивный модуль, который взаимодействует с внешней базой знаний для формирования итогового аналитического продукта [13].

Процесс когнитивной генерации отчета, являющийся центральным элементом системы, представляет собой последовательность операций, реализующих технологию Retrieval-Augmented Generation (RAG), как показано на Рисунке 2.

Основой когнитивного модуля Г является механизм Retrieval-Augmented Generation. Процесс инициируется преобразованием числового вектора  $V(t)$  и прогноза (RUL, PoF) в семантический запрос на естественном языке. Данный запрос векторизуется моделью-энкодером (например, sentence-transformers) и используется для поиска по сходству (cosine similarity) в предварительно индексируемой векторной базе нормативных документов (FAISS). Извлеченные релевантные фрагменты служат контекстом, который подается на вход большой языковой модели вместе с исходными данными, что позволяет генерировать технически обоснованный отчет, минимизируя риск фактологических ошибок (галлюцинаций).



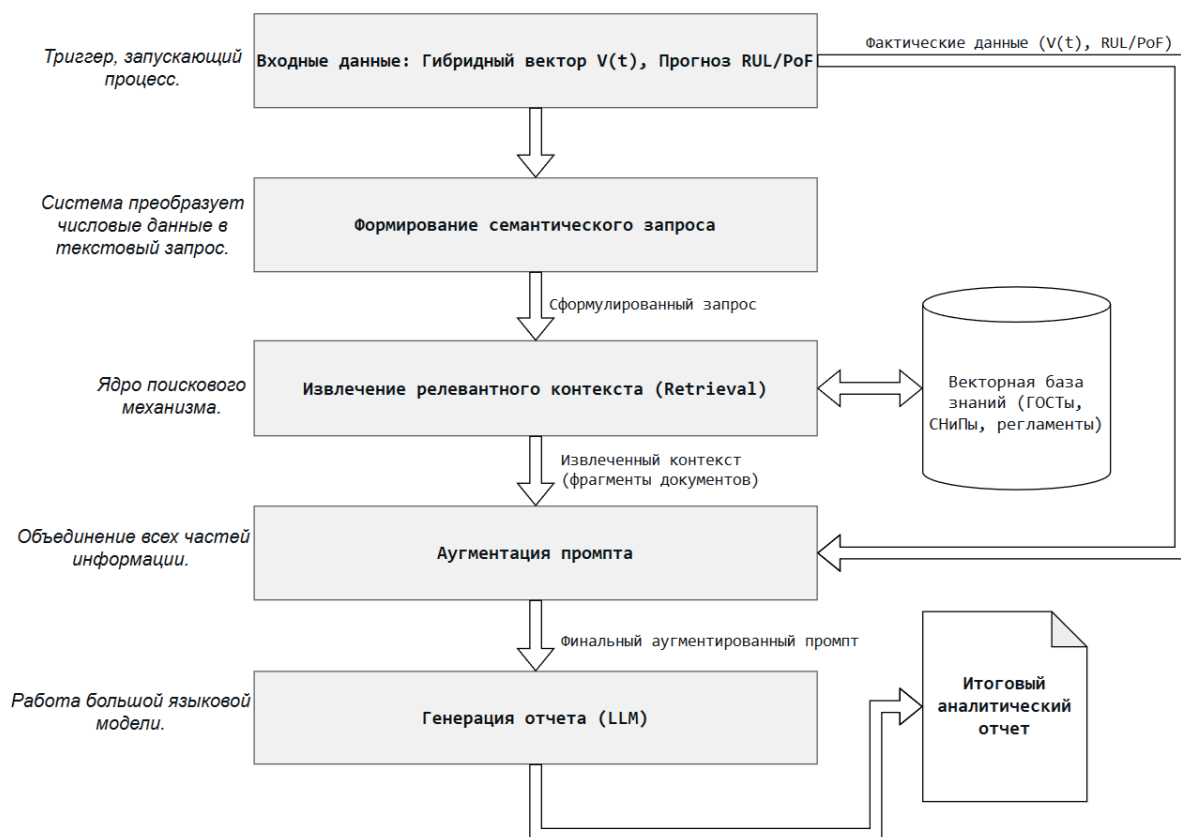


Рис. 2. Схема процесса Retrieval-Augmented Generation (RAG)

Конечным продуктом, демонстрирующим результат работы всей системы, является автоматически сгенерированный аналитический отчет. Данный отчет обладает стандартизированной структурой, разработанной для обеспечения полноты и однозначной интерпретации информации инженерным персоналом. Документ начинается с идентификационных данных объекта, за которыми следует диагностическое заключение на естественном языке, описывающее общее состояние и ключевые выявленные проблемы. Важной частью отчета является таблица количественных показателей, в которой представлены численные значения всех компонентов гибридного вектора состояния, детализирующие как визуальные метрики, так и телеметрические параметры. Отличительной особенностью отчета является раздел нормативного обоснования, который содержит прямые цитаты из релевантных регуляторных документов, извлеченные посредством RAG, для подтверждения критичности зафиксированных отклонений. Завершается отчет перечнем конкретных рекомендаций, в котором сформулированы проактивные действия с указанием степени их срочности, что обеспечивает полный переход от сбора данных к поддержке принятия управленческих решений [14, 15].

### Обсуждение и заключение

Представленная в исследовании архитектура гибридной когнитивной системы предлагает комплексное решение для задачи предиктивного мониторинга, преодолевая ограничения существующих мономодальных подходов. Интеграция визуальных и телеметрических данных позволяет сформировать более полную диагностическую картину состояния объекта. Визуальный анализ выявляет статические, морфологические дефекты, в то время как телеметрический мониторинг фиксирует динамику внутренних процессов. Данный синергетический эффект повышает робастность и точность прогностических моделей, так как позволяет им идентифицировать сложные паттерны отказов, возникающие на пересечении внешних воздействий и внутренних эксплуатационных изменений, которые недоступны для анализа системам, оперирующим только одним типом данных.

Принципиальное отличие предложенной системы заключается во внедрении когнитивного модуля на основе LLM и RAG. Данный модуль осуществляет переход от числового прогнозирования к автоматизированному формированию управленческих решений. Существующие системы предиктивной аналитики завершают свою работу на этапе выдачи численных показателей RUL/PoF, перекладывая когнитивную нагрузку по их интерпретации, сопоставлению с нормативной базой и составлению отчетности на инженерный персонал. Предложенный механизм автоматизирует данные процессы. Контекстуализация численных прогнозов с помощью релевантных фрагментов из нормативно-технической до-

кументации позволяет не просто констатировать факт отклонения, но и немедленно обосновывать его критичность. Таким образом, сокращается временной лаг между обнаружением предаварийного состояния и принятием обоснованного решения, а также минимизируются риски, связанные с человеческим фактором при анализе регламентов [12, 13].

Необходимо отметить ряд технических и методологических вызовов, связанных с практической реализацией данной архитектуры. Эффективность системы напрямую зависит от качества и полноты исходных данных, что требует развертывания комплексных систем сбора информации и разработки алгоритмов для синхронизации и очистки разнородных потоков данных. Функциональность когнитивного модуля определяется качеством и актуальностью векторной базы знаний, формирование которой является ресурсоемкой задачей. Кроме того, несмотря на то, что технология RAG существенно снижает вероятность генерации фактически некорректной информации (галлюцинаций) языковой моделью, требуется разработка механизмов верификации сгенерированных отчетов, особенно на начальных этапах внедрения системы. Высокая вычислительная сложность используемых моделей, в особенности LLM, диктует необходимость их оптимизации для развертывания на периферийных устройствах (edge computing) в условиях ограниченной пропускной способности каналов связи в Арктической зоне [13, 15].

Перспективы дальнейшего развития данного направления лежат в плоскости интеграции предложенной системы с цифровыми двойниками (Digital Twins) объектов инфраструктуры. Поступающие в реальном времени и верифицированные данные могут использоваться для калибровки и уточнения физико-математических моделей, заложенных в цифровом двойнике, что позволит повысить точность долгосрочного симуляционного моделирования. Дальнейшие исследования также должны быть направлены на разработку методов компрессии и квантования нейросетевых моделей для их эффективного функционирования на энергоэффективных аппаратных платформах.

## Выводы

В работе предложена и теоретически обоснована концептуальная архитектура гибридной когнитивной системы для предиктивного мониторинга. Научная новизна заключается в формализации задачи как последовательности операторов над гетерогенными данными и в разработке сквозного процесса, объединяющего модули машинного зрения (CNN), анализа временных рядов (RNN) и генерации отчетов на основе знаний (RAG). Предложенный подход обеспечивает переход от числовых прогнозов к формированию проактивных, контекстуально и нормативно обогащенных управленческих решений, что является ключевым вкладом в развитие интеллектуальных систем мониторинга.

1. Интеграция разнородных потоков данных — визуальных метрик дефектов, извлекаемых с помощью CNN, и телеметрических показателей, анализируемых с помощью RNN, — позволяет сформировать комплексный гибридный вектор состояния объекта. Применение данного вектора в качестве входных данных для прогностических моделей повышает достоверность и точность оценки остаточного ресурса (RUL) и вероятности отказа (PoF) по сравнению с мономодальными подходами.
2. Разработан когнитивный модуль, использующий технологию Retrieval-Augmented Generation (RAG) для автоматического синтеза аналитических отчетов. Данный подход обеспечивает переход от предиктивной аналитики, результатом которой являются числовые метрики, к системе проактивной поддержки принятия решений, предоставляющей управленческому персоналу структурированную, контекстуально обогащенную и нормативно обоснованную информацию.
3. Предложенная система автоматизирует полный цикл от сбора данных до формирования рекомендаций, что позволяет сократить время реакции на предаварийные ситуации, снизить когнитивную нагрузку на инженерный персонал и минимизировать риски, связанные с человеческим фактором при интерпретации данных и нормативных документов.
4. Определены направления дальнейших исследований, включающие интеграцию предложенной архитектуры с цифровыми двойниками объектов, а также разработку и оптимизацию легковесных версий нейросетевых моделей для их имплементации на периферийных вычислительных устройствах в условиях Арктической зоны.

## Список использованных источников

- [1] Соловьев, Д. Климатические изменения и энергетическая инфраструктура в Российской Арктике / Д. Соловьев, Л. Шилова, О. Разоренова // Проект Байкал. – 2022. – Т. 19, № 71. – С. 50-57. – DOI 10.51461/projectbaikal.71.1941. – EDN CWWXKD.
- [2] Повышение эффективности и обеспечение энергетической безопасности арктической инфраструктуры с применением программного обеспечения / Н. А. Бирюков, Ю. А. Бирюков, И. Н. Кравченко [и др.] // Строительные и дорожные машины. – 2020. – № 8. – С. 51-56. – EDN GOYMAC.
- [3] Биев, А. А. Формирование территориальной инфраструктуры обеспечения топливно-энергетическими ресурсами в Арктической зоне России / А. А. Биев // Север и рынок: формирование экономического порядка. – 2019. – № 3(65). – С. 43-51. – DOI 10.25702/KSC.2220-802X.2019.65.3.43-51. – EDN SKSJHE.

- [4] Шабунин, А. С. Нейросетевые модели технологического оборудования в системе мониторинга и предиктивной аналитики / А. С. Шабунин, М. Ю. Чернецкий, Р. В. Осиповский // Электрические станции. – 2023. – № 11(1108). – С. 50-57. – DOI 10.34831/EP.2023.1108.11.007. – EDN BPMKTG.
- [5] Голышев, М. Н. Современные методы диагностики и контроля высоковольтного оборудования подстанции / М. Н. Голышев // Инициативы молодых - науке и производству : Сборник статей V Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и студентов, Пенза, 30 июня 2023 года / Под научной редакцией О.Н. Кухарева, А.В. Носова. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 107-110. – EDN RNSLOJ.
- [6] Terven, Ju. A Comprehensive Review of YOLO Architectures in Computer Vision: From YOLOv1 to YOLOv8 and YOLO-NAS / Ju. Terven, D. M. Córdova-Esparza, Ju. A. Romero-González // Machine Learning and Knowledge Extraction. – 2023. – Vol. 5, No. 4. – P. 1680-1716. – DOI 10.3390/make5040083. – EDN XZSDRH.
- [7] Chen H., Zhang Zh. Hybrid neural network based on novel audio feature for vehicle type identification // 2020 IEEE Intern. Instrumentation and Measurement Technology Conf. (I2MTC). 25-28 May 2020. DOI: 10.1109/I2MTC43012.2020.9129183
- [8] Гибридные нейросетевые модели мониторинга данных временных рядов сложных объектов / В. Ю. Скобцов, Б. В. Соколов, В. А. Чжан, М. Фу // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2024. – Т. 67, № 2. – С. 200-204. – DOI 10.17586/0021-3454-2024-67-2-200-204. – EDN BSJAIK.
- [9] Wang S., Zhao J., Ta N., et al. 2021. A real-time deep learning forest fire monitoring algorithm based on an improved Pruned + KD model. Journal of Real-Time Image Processing 18 (6): 2319–2329. DOI: 10.1007/s11554-021-01124-9 EDN: NSIREW
- [10] U-Net and Its Variants for Medical Image Segmentation: A Review of Theory and Applications / N. Siddique, S. Paheding, C. P. Elkin, V. Devabhaktuni // IEEE Access. – 2021. – Vol. 9. – P. 82031-82057. – DOI 10.1109/access.2021.3086020. – EDN CHQTJF.
- [11] Благирев, М. М. Анализ методов принятия решений в распределённых IoT-системах на основе мультиагентного подхода / М. М. Благирев, А. О. Костыренков // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2025. – № 92. – С. 146-159. – DOI 10.21667/1995-4565-2025-92-146-159. – EDN NSYGPP.
- [12] Artificial intelligence methods and neural networks for solving forecasting problems / S. K. Biibosunova, A. Asylbek Kyzy, B. D. Duyshembieva, K. T. Kojoev // Bulletin Kyrghyz State University named after I. Arabaev. – 2024. – No. 3-2. – P. 24-30. – DOI 10.33514/1694-7851-2024-3/2-24-30. – EDN MAFCLP.
- [13] Семченко, В. Д. Исследование методов устранения логических противоречий в больших языковых моделях / В. Д. Семченко // ИИАСУ'24 – Искусственный интеллект в автоматизированных системах управления и обработки данных : Сборник статей III Всероссийской научной конференции: в 3 томах, Москва, 30 октября – 01 2024 года. – Москва: ООО «Издательский дом КДУ», 2025. – С. 92-96. – EDN EGOSRY.
- [14] Конарев, Д. И. Повышение точности предварительно обученных нейронных сетей путем тонкой настройки / Д. И. Конарев, А. А. Гуламов // Материалы конф. «Информационные технологии в управлении», Санкт-Петербург, 6-8 окт. 2020 г. - СПб., 2020. - С. 200-212. EDN: SDKTPH
- [15] Cut-thumbail: A novel data augmentation for convolutional neural network / T. Xie // Proc. of the 29th ACM Intern. Conf. on Multimedia, Virtual Event, China, 20-24 Oct. 2021. - Virtual Event, China, 2021. - P. 1627-1635.

#### Об авторах:

**Сердечный Денис Владимирович**, начальник лаборатории цифровых и интеллектуальных технологий для развития территорий Российской Федерации, кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Государственный университет управления» (109542, Российская Федерация, г. Москва, Рязанский пр., д. 99), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3060-9469>

**Акиншин Никита Сергеевич**, аспирант, младший научный сотрудник лаборатории реверсивного инжиниринга, ФГБОУ ВО «Государственный университет управления» (109542, Российская Федерация, г. Москва, Рязанский пр., д. 99), ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4229-7918>, [ns\\_akinshin@guu.ru](mailto:ns_akinshin@guu.ru)

**Кутков Владимир Дмитриевич**, аспирант, младший научный сотрудник лаборатории реверсивного инжиниринга, ФГБОУ ВО «Государственный университет управления» (109542, Российская Федерация, г. Москва, Рязанский пр., д. 99), ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0988-1355>

#### About the authors:

**Denis Vladimirovich Serdechnyy**, Head of the Laboratory of Digital and Intelligent Technologies for the Development of the Russian Federation Territories, Cand. Sci. (Tech.), State University of Management (99 Ryazansky Prospect, Moscow 109542, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3060-9469>

**Nikita Sergeevich Akinshin**, Postgraduate Student, Junior Research Fellow of the Laboratory of Reverse Engineering, State University of Management (99 Ryazansky Prospect, Moscow 109542, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4229-7918>, [ns\\_akinshin@guu.ru](mailto:ns_akinshin@guu.ru)

**Vladimir Dmitrievich Kutkov**, Postgraduate Student, Junior Research Fellow of the Laboratory of Reverse Engineering, State University of Management (99 Ryazansky Prospect, Moscow 109542, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0988-1355>

## Программная реализация универсальной матричной машины

**Д. Е. Кавченков**

ФГБОУ ВО «Смоленский государственный университет», г. Смоленск, Российская Федерация  
Адрес: 214000, Российская Федерация, г. Смоленск, ул. Пржевальского, д. 4  
TotSamyiDanya@yandex.ru

### Аннотация

В статье представлена программная реализация для универсальной матричной машины при помощи языка программирования C#. Для решения задачи используется объектно-ориентированный подход. Освещены принципы работы и структура представленной модели, описаны используемые при разработке механизмы абстракции.

**Ключевые слова:** универсальная матричная машина, алгебра многомерных матриц, тип данных, программная реализация, модель вычислений, программирование, вычислительные системы, операции над многомерными матрицами, рекурсивный обход матрицы, параллельные вычисления

## Programming of a Universal Matrix Machine

**D. E. Kavchenkov**

Smolensk State University, Smolensk, Russian Federation  
Address: 4 Przhevalsky St., Smolensk 214000, Russian Federation  
TotSamyiDanya@yandex.ru

### Abstract

The article presents a software implementation for a universal matrix machine using the C# programming language. An object-oriented approach is used to solve the problem. The principles of operation and structure of the presented model are described, and the abstraction mechanisms used in the development are explained.

**Keywords:** universal matrix machine, algebra of multidimensional matrices, data type, software implementation, computational model, programming, computational systems, operations on multidimensional matrices

### Введение

Современные задачи могут требовать большого количества ресурсов и занимать много времени на решение. Среди таких могут быть моделирование и вычисления в больших объемах. Полезным инструментом для решения данной проблемы является алгебра многомерных матриц. Многомерные матрицы, как структура, обладают естественным параллелизмом [1], а также могут быть основаны на любом типе данных [2]. На основе алгебры многомерных матриц можно создать универсальную матричную машину – модель, предназначенную для решения широкого спектра задач, например при решении задач теории графов [3, 4]. Не смотря на теоретическую значимость, воссоздание данной модели при помощи языков программирования не является тривиальной задачей. Реализация матричных операций крайне сложная задача, требующая знаний алгебры многомерных матриц и языка программирования, в котором будет происходить реализация. Также стоит отметить, что многомерные матрицы, в зависимости от задачи, могут быть любой размерности, что приводит к необходимости описывать матричные операции несколько раз. Данная работа представляет подход для программной реализации универсальной матричной машины средствами языка программирования C#.

### Универсальная матричная машина

Универсальная матричная машина представляет собой двухосновную алгебраическую систему [5]

$$U = \langle M, T, \Omega, \Pi \rangle$$

где  $M$  – множество многомерных матриц,  $T$  – множество типов данных, на которых основаны матрицы множества  $M$ ,  $\Omega$  – сигнатура операций, определенных на множестве  $M$ ,  $\Pi$  – сигнатура  $n$ -местных предикатов. Многоосновные алгебраические системы являются основой для теоретического и практического программирования на данный момент [5].



## Механизмы абстракции

Абстрагирование является одним из фундаментальных элементов объектно-ориентированного программирования. Данный процесс позволяет сокращать кодовую базу программ, путем скрытия деталей реализации и упрощения представлений. В языках программирования механизмы абстракции применяются для создания модульных, легко поддерживаемых и повторно используемых программ. Среди наиболее важных механизмов абстракции будут выделены обобщенные и абстрактные классы. Для анализа вышеописанных механизмов будет проведена аналогия с алгеброй многомерных матриц. Обобщенные классы представляют собой параметризованный тип данных, где в качестве параметра выступает отличный, конкретный тип данных. Данная особенность позволяет создавать объекты, располагающие способностью работать с различными типами данных, не прибегая к дублированию кода. Абстрактные классы представляют собой тип данных, создание экземпляров которого невозможно. Данная особенность позволяет создавать объекты наследники, на основе абстрактного родителя, вынуждая реализовать абстрактные поля и методы.

Для универсальной матричной машины  $U$ , основное множество  $T$ , представлено в виде абстрактного класса  $T'$ , где  $t' \in T'$  является экземпляром наследника класса. Реализация класса наследника  $T'$  требует описание аддитивной и мультипликативной операций, а также соответствующих нейтральных элементов.

Для универсальной матричной машины  $U$ , основное множество  $M$ , представлено в виде обобщенного класса  $M'$ , для элементов  $m' \in M'$  которого, в качестве параметра передается конкретный тип данных  $t' \in T'$ . В результате элемент  $m' \in M'$  представляет собой многомерную матрицу  $m \in M$ , где в качестве основного множества выступает  $t \in T$ , где  $t'$  описан с помощью языка программирования.

Для универсальной матричной машины  $U$ , сигнатура операций  $\Omega$  представлена в виде обобщенного класса  $\Omega'$ , где в качестве параметра передается тип данных  $t' \in T'$ . В результате экземпляр  $\Omega'$  представляет собой совокупность методов, описывающих матричные операции. В качестве матричных операций могут быть описаны операция сложения или свертки. Выбор операций зависит от решаемой задачи.

Для универсальной матричной машины  $U$ , сигнатура  $\Pi$  представлена в виде совокупностей свойств и методов класса  $M'$ .

## Взаимодействие с универсальной матричной машиной

Далее будут представлены этапы взаимодействия с реализованной универсальной матричной машиной. Пример 1. Задание типа данных будет выполнено на основе множества целых чисел  $\mathbb{Z}$ , который в языке программирования C# представлен в виде типа данных `int`. В данном примере для основного множества целых чисел заданы аддитивная и мультипликативная операции, а также соответствующие нейтральные элементы.

```
class Integer: MultidimensionalMatrixType<int>
{
    public override int NeutralAdditiveElement => 0;
    public override int NeutralMultiplyElement => 1;
    public override int AdditiveOperation(int a, int b) => a + b;
    public override int MultiplicativeOperation(int a, int b) => a * b;
}
```

Пример 2. На основе описанного типа данных в примере 1 можно создать экземпляр многомерной матрицы. В данном примере будет создана трехмерная кубическая матрица, основным множеством которой являются целые числа.

```
var integerInstance = new Integer();
var A = integerInstance.CreateMatrix(new int[] { 3, 3, 3 });
```

Пример 3. Реализация универсальной матричной машины позволяет взаимодействовать и редактировать многомерные матрицы. Пользователь располагает возможностью обращаться к элементам на основе их координат. В данном примере будет представлена часть методов для работы с матрицей и ее элементами, а именно случайным заполнением на основе набора данных, присваивания значения для конкретного элемента, получения конкретного элемента.

```
var integerInstance = new Integer();
var A = integerInstance.CreateMatrix(new int[] { 3, 3, 3 });
A.Fill(new int[] { 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 });
A.SetValue(5, new int[] { 0, 0, 0 });
var a = A.GetValue(new int[] { 0, 0, 0 });
a = a * a;
A.SetValue(a, new int[] { 1, 1, 1 });
```

Пример 4. После описания типа данных и создания экземпляра многомерной матрицы можно осуществлять матричные операции. В данном примере будет представлено использование унарных операций транспонирования и свертки многомерных матриц.

```
var integerInstance = new Integer();
var intOp = new MultidimensionalMatricesOperations<int>(integerInstance);
var A = integerInstance.CreateMatrix(new int[] { 3, 3, 3 });
A.Fill(new int[] { 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 });
var AT = integerOperations.Transpose(A, new int[] { 0, 1 });
var AConv = integerOperations.Convolution(A, new int[] { 0, 1 });
```

При решении задач, может потребоваться выполнение матричных операций при разных размерностях. Для решения данной проблемой был реализован алгоритм рекурсивного обхода многомерной матрицы. Данный алгоритм позволяет обойти все элементы многомерной матрицы произвольной размерности. Блок схема алгоритма рекурсивного обхода многомерной матрицы представлен на следующем рисунке.

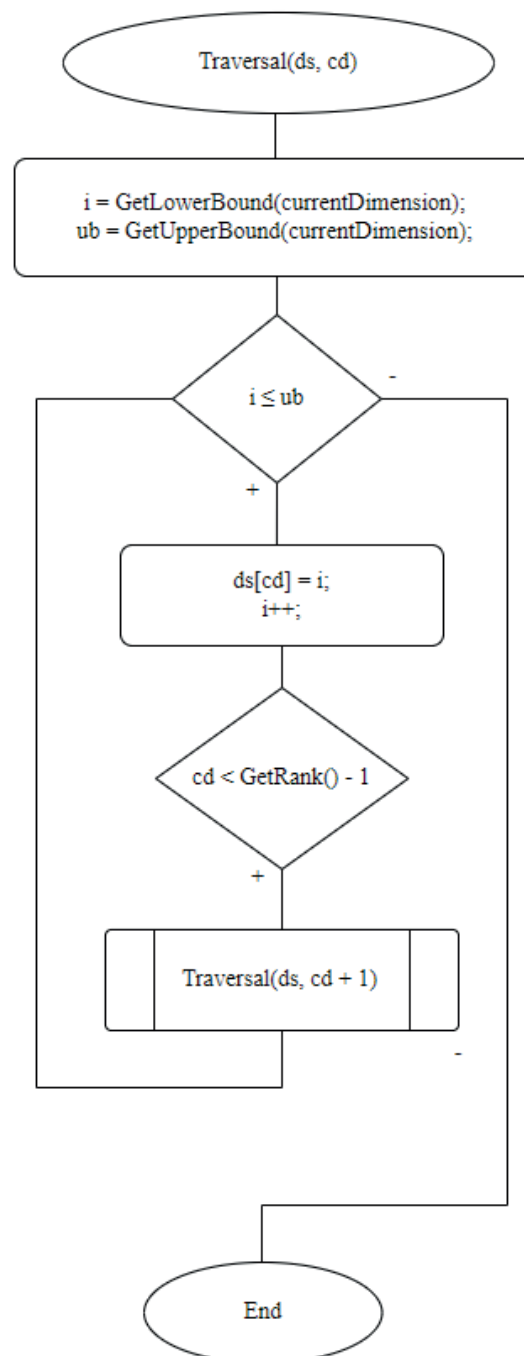


Рис. 1. Рекурсивный алгоритм обхода многомерной матрицы



## Заключение

В работе была показана реализация универсальной матричной машины. Создание универсальной матричной машины, которая способна эффективно обрабатывать многомерные матрицы любой размерности, сводится к описанию и реализации алгебраических операций над типами данных. Параллельная работа с многомерными матрицами является трудной задачей, которая требует знаний в алгоритмизации и программировании, что обуславливает необходимость в разработке и отладке алгоритмов. Однако операции над элементами матриц, в частности присваивание или арифметические действия, не являются сложными в реализации, а значит могут быть встроены в пользовательские программы. Разработка программы для работы с алгеброй многомерных матриц требует оценки вычислительной сложности и оптимизации алгоритмов. В рамках данной работы была предложена реализация универсальной матричной машины средствами языка C#. Данная реализация позволяет выполнять матричные операции над элементами любой размерности с любым типом данных, с возможностью описать и передать для работы пользовательский тип данных.

## Список использованных источников

- [1] Мунерман В. И. Параллельная обработка данных. Методы и средства // Математическая морфология: электронный математический и медико-биологический журнал. – 1997. – Т. 2. – №. 2. – С. 213-227.
- [2] Объектно-ориентированный подход к разработке моделей данных / Е. П. Емельченков, В. И. Мунерман, Д. В. Мунерман, Т. А. Самойлова // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2020. – Т. 16, № 3. – С. 564-574. – DOI 10.25559/SITITO.16.202003.564-574.
- [3] Макаров, А. И. Использование  $(0, \mu)$ -свернутого произведения многомерных матриц для решения задач теории графов / А. И. Макаров, В. И. Мунерман // Известия высших учебных заведений. Электроника. – 2023. – Т. 28, № 5. – С. 659-669.
- [4] Ковалёв В. А., Мунерман В. И. Использование многомерных матриц для решения задач нахождения путей в графе // Системы компьютерной математики и их приложения. – 2016. – №. 17. – С. 52-53.
- [5] Емельченков, Е. П. Алгебраический подход к оптимизации разработки и эксплуатации систем управления базами данных / Е. П. Емельченков, Н. А. Левин, В. И. Мунерман // Системы и средства информатики. – 2009. – Т. 19, № 2. – С. 114-137

## Об авторе:

**Кавченко Данил Евгеньевич**, магистрант, ФГБОУ ВО «Смоленский государственный университет» (214000, Российская Федерация, г. Смоленск, ул. Пржевальского, д. 4), TotSamyiDanya@yandex.ru

## About the author:

**Daniil E. Kavchenkov**, Master degree student, Smolensk State University (4 Przhevalsky St., Smolensk 214000, Russian Federation), TotSamyiDanya@yandex.ru

## Формализация трансляции многомерно-матричной алгебры для задач в реляционных системах управления базами данных

Д. Ю. Михайленко

ФГБОУ ВО «Смоленский государственный университет», г. Смоленск, Российская Федерация

Адрес: 214000, Российская Федерация, г. Смоленск, ул. Пржевальского, д. 4

david\_2001\_ru@mail.ru

### Аннотация

Статья посвящена выявлению наиболее актуальных проблем семантического разрыва между многомерными матричными и реляционными моделями данных при построении сложных запросов. Несмотря на лаконичность и ясность матричного представления логики обработки данных, его практическое применение ограничено отсутствием стандартных средств трансляции в реляционные операции, особенно для всех операций соединения (JOIN). В работе разработан формальный аппарат, расширяющий язык многомерной матричной алгебры за счёт включения в запись символа-демаркатора. Этот модификатор позволяет однозначно указывать тип соединения (INNER, LEFT, RIGHT) в рамках бинарных операций, используя имеющуюся неоднозначность. Для строгого определения транслируется трансляция и формализуется понятие реляционного уравнения, устанавливающего точное соответствие между алгебраическими выражениями и их SQL-реализацией. В статье описана разработанная аксиоматика введённых операций с разграничением, обеспечивающим эквивалентность преобразований, и доказана закономерность сохранения семантики при трансляции. Предложенный метод позволяет не только автоматизировать построение эффективных SQL-запросов на основе визуальных матричных выражений, охватывающих все основные закономерности, но и способствует строгой разработке инструментов верификации и уровня алгебраической оптимизации. В отличие от предыдущих подходов, данный формализм обеспечивает полный охват основных операций реляционной алгебры, включая внешние соединения, что существенно расширяет область практического применения многомерной матричной модели для взаимодействия с реляционными СУБД.

**Ключевые слова:** трансляция запросов, многомерно-матричная модель, реляционная модель, соответствие моделей данных, SQL запрос, реляционное уравнение

## Formalization of the Translation of Multidimensional Matrix Algebra for Problems in Relational Database Management Systems

D. Yu. Mikhailenko

Smolensk State University, Smolensk, Russian Federation

Address: 4 Przhivalsky St., Smolensk 214000, Russian Federation

david\_2001\_ru@mail.ru

### Abstract

This article identifies the most critical challenges stemming from the semantic gap between multidimensional matrix models and relational data models in complex query formulation. While matrix-based representation offers concise and intuitive logic for data processing, its practical implementation remains constrained by the absence of standardized translation mechanisms into relational operations—particularly concerning the full suite of JOIN operations. The study develops a formal framework that extends the language of multidimensional matrix algebra through the introduction of a delimiter symbol. This modifier enables unambiguous specification of join types—such as INNER, LEFT, and RIGHT—within binary operations, thereby resolving inherent ambiguities in earlier approaches. To rigorously define the translation process, the concept of a relational equation is introduced and formalized, establishing a precise correspondence between algebraic expressions and their SQL implementations. The paper presents a novel axiomatics for the proposed delimiter-based operations, ensuring transformation equivalence, and proves a theorem confirming semantic preservation during translation. The proposed method not only automates the generation of efficient SQL queries from visual matrix expressions—covering all major join types—but also provides a rigorous foundation for developing verification tools and algebraic optimization techniques. In contrast to prior methodologies, this formalism offers comprehensive coverage of fundamental relational algebra operations, including outer joins, thereby substantially expanding the practical applicability of multidimensional matrix models for interaction with relational database management systems (RDBMS).

**Keywords:** query translation, multidimensional matrix model, relational model, data model matching, SQL query, relational equation

## 1 Введение

Современные проблемы и задачи в области управления данными, такие как работа с большими объемами информации (Big Data), требования высокой производительности и скорости обработки запросов, а также сложность администрирования и взаимодействия распределенных систем, обуславливают потребность в более эффективных методах и моделях [9]. Реляционная модель данных, будучи доминирующим стандартом на протяжении десятилетий, зарекомендовала себя в обеспечении целостности, безопасности и управления транзакциями [5, 8, 11, 20]. Тем не менее, при работе со сложными, иерархическими или слабо структурированными данными, а также при выполнении аналитических операций, реляционная модель сталкивается с определенными ограничениями. К ним можно отнести сложность составления запросов, объединяющих несколько таблиц, что требует глубокого понимания схемы данных [1, 2], разрыв интересов между областью предмета и реляционной алгеброй [12], а также возможность снижения производительности из-за громоздкости таблиц и большого количества запросов [4].

В качестве альтернативного подхода, который мог бы решить указанные проблемы, можно рассмотреть многомерно-матричную модель данных и сложные конструкции запросов [6, 7, 10, 17]. Главным достоинством матричной системы являются краткость и наглядность алгебраической записи уравнения, что особенно ценно при представлении сложных вычислительных блоков и логики агрегирования данных [18]. Предыдущие работы [13-15], совместно с исследованием Мунермана В.И. [16], заложили определенные теоретические основы, показав возможность достижения учета соответствия между этими моделями. Были намечены первые правила трансляции для базовых операций сложения и умножения на конструкции SQL.

Тем не менее, представленный аппарат оказался недостаточным: он не касался всего класса операций соединения, запрашиваемых на практике, которые могут потребоваться для аналитики при неполном соответствии данных. Это метод в применении к реальным задачам. Решая данную проблему в статье [14] вводится новый принцип записи операторов. Развивая данную тему, я прихожу к выводу, что не все функции были предусмотрены в статье [13].

Цель данного исследования состоит в создании и формальном обосновании расширенного аппарата трансляции запросов из многомерно-матричной модели в реляционную. Для достижения указанной цели в работе решаются следующие задачи:

- Расширить язык многомерной матричной алгебры, введя символ для направления операций соединения.
- Ввести формальное понятие «реляционное уравнение» для строгого определения соответствия между алгебраическими выражениями и SQL-запросом.
- Разработать аксиоматическую систему и добавить выводы сохранения семантики при переводе.

О соблюдении обязательных принципов записи при конструировании сложных выражений.

Новизна данного исследования заключается в предложении синтаксического расширения многомерной матричной алгебры и формализации процесса трансляции посредством реляционных уравнений, что позволяет устранить существующий семантический разрыв и обеспечить охват всех основных типов SQL-соединений [3]. Разработаны конструкции для создания систем автоматической верификации и построения запросов [19].

## 2 Определение и синтаксис

В виду необходимости расширения формального языка, сформулированного в прошлых статьях [13-15], изменённой многомерно-матричной алгебры для однозначной спецификации направленности операции объединения таблиц. Для решения этой задачи вводится “/” (слеш).

### Определение 1.

Символ-демаркатор “/” есть модификатор, функцией которого является указание «направленности» сущности в инфиксной форме записи логики запроса в матричном. Может располагаться слева и/или справа от операнда и после функционального оператора для дальнейшего указания дополнительных условий при автоматическом построении.

Обозначив функциональный знак, введём его в конструкции для модификаций записи корректного запросов.

L/... — для выполнения метода с JOIN с исключением указанных ключей,

l/... — для выполнения метода с JOIN без исключением указанных ключей,

r/... — для выполнения метода с UNION ALL с указанием соответствия ключей,

m/... — для указания исключаемых ключей из таблиц в скобках.

## 3 Синтаксис операций с демаркацией

Пусть  $A$  и  $B$  — два многомерных матричных выражения, над которыми определяется бинарная операция.

Синтаксис бинарных операций с демаркацией:

$A \diamond B$  — базовая операция

$AB$  — демаркация применена ко второму операнду.

AB — демаркация применена к первому операнду.

AB — демаркация применена к обоим операндам.

#### Семантика.

С введением символа-демаркатора получаем следующие изменения:

AB : Отображается в виде конструкции SELECT ... (SELECT ... FROM A UNION ALL SELECT UA01.\* FROM (SELECT ... FROM B) .... Обработываются обе таблицы сохраняя все строки.

AB : Отображается в виде конструкции SELECT ... FROM A LEFT JOIN B ON .... Обработываются все общие строки таблицы и сохраняются строки левой таблицы. Для строк без соответствия в A операция сложения требует, чтобы атрибуты B давали нейтральный элемент  $\alpha$ : COALESCE(B.attr,  $\alpha$ ).

AB : Отображается в виде конструкции SELECT ... FROM A RIGHT JOIN B ON .... Обработываются все общие строки таблицы и сохраняются строки правой таблицы. Для строк без соответствия в B операция сложения требует, чтобы атрибуты A давали нейтральный элемент  $\alpha$ : COALESCE(A.attr,  $\alpha$ ).

AB : Отображается в виде конструкции SELECT ... FROM A INNER JOIN B ON .... Обработываются все общие строки, по ключам, указанным при ON, обеих таблиц.

### 4 Формализация трансляции

Для строгого определения процесса трансляции введём понятие реляционного уравнения.

#### Определение 2.

**Реляционное уравнение** — это формальная запись, сконструированная на основе матричного уравнения путём модификации под возможности реляционной системы.

Благодаря данному определению мы можем сформулировать принцип трансляции в виде:

$$T(E)=Q (1)$$

где:

E — множество всех корректных реляционных уравнений,

T — алгоритм трансляции,

Q — соответствующий E SQL-запрос, построенных на сформулированных конструкциях.

Реляционное уравнение задаёт соответствие между алгебраическим выражением и его реляционной реализацией. Задача трансляции заключается в построении Q для произвольного E таким образом, чтобы семантика E полностью сохранялась при выполнении логики Q над реляционной базой данных, при этом запись E должна соответствовать правилам записи предусмотренных конструкций в Q.

$$T(A \circ B) = \begin{cases} T(A) \cup T(B), \text{если } \circ = \diamond \\ T(A) \leftarrow T(B), \text{если } \circ = \diamond / \\ T(A) \rightarrow T(B), \text{если } \circ = / \diamond \\ T(A) \cap T(B), \text{если } \circ = / \diamond / \end{cases}$$

где  $\diamond$  - мультипликативный или аддитивный оператор.

$\cup$  — объединение при использовании оператора UNION ALL,

$\leftarrow$  — добавление данных ко второй таблице через LEFT JOIN с COALESCE(attr,  $\alpha$ ),

$\rightarrow$  — добавление данных к первой таблице через RIGHT JOIN с COALESCE(attr,  $\alpha$ ),

$\cap$  — пересечение с помощью INNER JOIN.

### 3. Альтернативные версии моделей

Тогда из статьи [13, 15] определим, что мультипликативное действия с INNER JOIN необходимо записывать в реляционном уравнении через //. Следовательно, необходимо сформулировать недостающие модели.

1) Аддитивная модель для смежных данных.

$$L / c_1, c_2, \dots, c_k (A.w_1, w_2 \dots w_i / + / B.v_1, v_2 \dots v_i)$$

$$A / l_1, l_2 \dots l_n, s_1, s_2 \dots s_f, c_1, c_2 \dots c_k, w_1, w_2 \dots w_i$$

$$B / c_1, c_2 \dots c_k, s_1, s_2 \dots s_f, m_1, m_2 \dots m_p, v_1, v_2 \dots v_i$$

SELECT A.L<sub>1</sub>, ..., A.L<sub>n</sub>, A.S<sub>1</sub>, ..., A.S<sub>f</sub> B.M<sub>1</sub>, ..., B.M<sub>p</sub>, SUM(A.W<sub>1</sub> + B.V<sub>1</sub>) AS W<sub>1</sub>, ..., SUM(A.W<sub>i</sub> + B.V<sub>i</sub>) AS W<sub>i</sub> From A INNER JOIN B

ON A.C<sub>j</sub> = B.C<sub>j</sub> AND ... AND A.C<sub>k</sub> = B.C<sub>k</sub>

GROUP BY A.L<sub>1</sub>, ..., A.L<sub>n</sub>, A.S<sub>1</sub>, ..., A.S<sub>f</sub> B.M<sub>1</sub>, ..., B.M<sub>p</sub>

Результат:

$$IJS1 / s_1, s_2 \dots s_f, m_1, m_2 \dots m_p, w_1, w_2 \dots w_i$$

2) Мультипликативная модель с сохранением внешних данных.

$$A.w_1, w_2 \dots w_i * B.v_1, v_2 \dots v_i$$

$$A / c_1, c_2 \dots c_k, w_1, w_2 \dots w_i$$

$$B / c_1, c_2 \dots c_k, v_1, v_2 \dots v_i$$

```

SELECT UA2.C1, ..., UA2.Ck,
CASE
  WHEN COUNT(CASE WHEN UA2.W1 = 0 THEN 1 END) > 0 THEN 0
  ELSE
    EXP(SUM(LOG(ABS(NULLIF(UA2.W1, 0))))) *
    CASE WHEN SUM(CASE WHEN UA2.W1 < 0 THEN 1 ELSE 0 END) % 2 = 1 THEN -1 ELSE 1
  END
END AS W1
, ... ,
CASE
  WHEN COUNT(CASE WHEN UA2.Wi = 0 THEN 1 END) > 0 THEN 0
  ELSE
    EXP(SUM(LOG(ABS(NULLIF(UA2.Wi, 0))))) *
    CASE WHEN SUM(CASE WHEN UA2.Wi < 0 THEN 1 ELSE 0 END) % 2 = 1 THEN -1 ELSE 1
  END
END AS Wm
FROM (SELECT A.C1, ..., A.Ck, A.W1, ..., A.Wi
FROM A UNION ALL SELECT UA1.* FROM (
SELECT B.C1, ..., B.Ck, B.V1, ..., B.Vi FROM B
) AS UA1
) AS UA2
GROUP BY UA2.C1, ..., UA2.Ck
Результат:
UA2 / c1, c2 ... ck, w1, w2 ... wi

```

## 5 Аксиоматика

При условии, что  $\diamond$  один и тот же оператор.

### Аксиома 1 (Эквивалентность).

Для любых многомерно-матричных выражений A и B:

$$A/\diamond B \equiv B/\diamond A$$

### Аксиома 2 (Дистрибутивность умножения относительно сложения).

Левая дистрибутивность:

$$A \times (B + C) \equiv A \times B + A \times C$$

Правая дистрибутивность:

$$(B + C) \times A \equiv B \times A + C \times A$$

### Аксиома 3 (Сведение к базовому случаю).

При взаимно-однозначном соответствии ключей:

$$A \diamond B \equiv (A \diamond B) + (A/\diamond B) - (A/\diamond B)$$

### Теорема 1 (Сохранение семантики).

Для любого корректного выражения E и соответствующего реляционного уравнения (E)=Q выполняется:

$$\forall D: \|E\|D = \|Q\|D$$

где  $\| \cdot \|D$  — результат выполнения над данными D.

## 6 Результат

Благодаря сформулированному методу мы можем обрабатывать сложные комбинации одним запросом. Рассмотрим это на примере.

Данные таблиц.

| Product |        |         |             |       | Discount |        |         |             |          |
|---------|--------|---------|-------------|-------|----------|--------|---------|-------------|----------|
| ID      | Region | Product | Category    | Price | ID       | Region | Product | Category    | Discount |
| 1       | A      | Laptop  | Electronics | 100   | 1        | A      | Laptop  | Electronics | 0.9      |
| 1       | B      | Laptop  | Electronics | 130   | 1        | B      | Laptop  | Electronics | 0.8      |
| 2       | A      | Mouse   | Electronics | 50    | 2        | A      | Mouse   | Electronics | 0.95     |
| 2       | B      | Mouse   | Electronics | 30    | 2        | B      | Mouse   | Electronics | 0.85     |

| Product |        |          |             |        | Discount |        |          |             |          |
|---------|--------|----------|-------------|--------|----------|--------|----------|-------------|----------|
| ID      | Region | Product  | Category    | Price  | ID       | Region | Product  | Category    | Discount |
| 3       | A      | Keyboard | Electronics | 150    | 3        | A      | Keyboard | Electronics | 0.9      |
| 3       | B      | Keyboard | Electronics | 70     | 3        | B      | Keyboard | Electronics | 0.8      |
| 4       | A      | Monitor  | Electronics | 150    | 4        | B      | Monitor  | Electronics | 0.9      |
| 4       | B      | Monitor  | Electronics | 100    | 5        | B      | Chair    | Furniture   | 0.95     |
| 5       | A      | Chair    | Furniture   | 130    | 6        | B      | Desk     | Furniture   | 0.95     |
| 5       | B      | Chair    | Furniture   | 150    |          |        |          |             |          |
| 6       | A      | Desk     | Furniture   | 90     |          |        |          |             |          |
| 6       | B      | Desk     | Furniture   | 80     |          |        |          |             |          |
| Sales1  |        |          |             | Sales2 |          |        |          |             |          |
| ID      | Region | Stock    |             |        | ID       | Region | Stock    |             |          |
| 1       | A      | 15       |             |        | 1        | B      | 10       |             |          |
| 1       | B      | 10       |             |        | 2        | A      | 6        |             |          |
| 2       | A      | 8        |             |        | 3        | A      | 5        |             |          |
| 4       | A      | 12       |             |        | 3        | B      | 8        |             |          |
| 4       | B      | 5        |             |        | 6        | A      | 3        |             |          |
| 5       | A      | 20       |             |        | 6        | B      | 15       |             |          |

Выполним для них следующее действие:

*Product.Price \* Discount.Discount / \* / (Sales1.Stock + Sales2.Stock)*

Полученный запрос:

```

SELECT UA1.Product, UA1.Category, SUM(UA1.Price*UA2.Stock) AS Price From
(SELECT UA1.ID, UA1.Region, UA1.Product, UA1.Category,
CASE
    WHEN COUNT(CASE WHEN UA1.Price = 0 THEN 1 END) > 0 THEN 0
    ELSE
        EXP(SUM(LOG(ABS(NULLIF(UA1.Price, 0))))) *
        CASE WHEN SUM(CASE WHEN UA1.Price < 0 THEN 1 ELSE 0 END) % 2 = 1 THEN -1 ELSE 1 END
END AS Price
FROM (
    SELECT Product.ID, Product.Region, Product.Product, Product.Category, Product.Price
    FROM Product
    UNION ALL
    SELECT UA01.* FROM (
        SELECT Discount.ID, Discount.Region, Discount.Product, Discount.Category, Discount.Discount
        FROM Discount
    ) AS UA01
) AS UA1
GROUP BY UA1.ID, UA1.Region, UA1.Product, UA1.Category)
AS UA1
INNER JOIN (SELECT UA2.ID, UA2.Region, SUM(UA2.Stock) AS Stock FROM
(SELECT Sales1.ID, Sales1.Region, Sales1.Stock
FROM Sales1 Union All SELECT UA02.* FROM
(SELECT Sales2.ID, Sales2.Region, Sales2.Stock
FROM Sales2) AS UA02) AS UA2
GROUP BY UA2.ID, UA2.Region) AS UA2
ON UA1.ID = UA2.ID AND UA1.Region = UA2.Region
GROUP BY UA1.Product, UA1.Category

```

Результат запроса:

| Product  | Category    | Price |
|----------|-------------|-------|
| Keyboard | Electronics | 1123  |
| Laptop   | Electronics | 3430  |
| Monitor  | Electronics | 2250  |
| Mouse    | Electronics | 665   |
| Chair    | Furniture   | 2600  |
| Desk     | Furniture   | 1410  |



## 7 Заключение

Введение аксиоматики операторов с демаркацией и формального понятия реляционного уравнения позволяет:

Установить строгое соответствие между операциями многомерно-матричной алгебры и реляционными запросами [7, 14, 15].

Обеспечить однозначность и правильность трансляции сложных выражений [12, 19].

Заложить основу для автоматической верификации сгенерированных SQL-запросов.

Устранить семантический пробел между матричной и реляционной моделью, покрывая все основные типы соединений [1, 2, 3].

Сохранить лаконичность и наглядность матричной записи логики реляционного запроса [6, 18].

Данный формальный аппарат открывает возможности для дальнейших расширений, включая спецификацию сложных условий соединения и оптимизацию запросов на уровне матричной алгебры.

## Список использованных источников

- [1] Bladoszewski K. How to Join 3 Tables (or More) in SQL. 2020. URL: <https://learnsql.com/blog/how-to-join-3-tables-or-more-in-sql/> (дата обращения: 13.10.2025)
- [2] Magoni I. SQL Inner Join – How to Join 3 Tables in SQL and MySQL. 2022. URL: <https://www.freecodecamp.org/news/sql-inner-join-how-to-join-3-tables-in-sql-and-mysql/> (дата обращения: 13.10.2025)
- [3] SQL JOIN: Entenda como funciona o retorno dos dados // DevMedia. 2014. URL: <https://www.devmedia.com.br/sql-join-entenda-como-funciona-o-retorno-dos-dados/31006> (дата обращения: 13.10.2025)
- [4] Балдин А.В., Брешенков А.В. Анализ проблемы проектирования реляционных баз данных на основе использования существующей информации табличного вида. 2007. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-problemy-proektirovaniya-relyatsionnyh-baz-dannyh-na-osnove-ispolzovaniya-suschestvuyushey-informatsii-tablichnogo-vida> (дата обращения: 13.10.2025)
- [5] Бутенко Е.А. Реляционная модель базы данных // IX Международная студенческая научная конференция «Студенческий научный форум». 2017. URL: <https://scienceforum.ru/2017/article/2017031178> (дата обращения: 13.10.2025)
- [6] Данилов-Данильян В. И. Матричная модель. 2023. URL: <https://bigenc.ru/c/matrichnaia-model-sa89c1> (дата обращения: 13.10.2025)
- [7] Елисеев Д. В., Балдин А. В. Алгебра многомерных матриц для обработки адаптируемой модели данных // Машиностроение и компьютерные технологии. 2011. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/algebra-mnogomernyh-matrits-dlya-obrabotki-adaptiruemoj-modeli-dannyh> (дата обращения: 13.10.2025)
- [8] Карпов И.П. Проектирование реляционных баз данных. — 2010
- [9] Клеменков П.А., Кузнецов С.Д. Большие данные: современные подходы к хранению и обработке // Труды Института системного программирования РАН. 2012. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bolshie-dannye-sovremennye-podhody-k-hraneniyu-i-obrabotke> (дата обращения: 13.10.2025)
- [10] Комиссарова Т.Б., Мещеряков В.А., Ланцова В.А. Матричная модель в проектировании информационной системы // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество» 2008 г. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/matrichnaya-model-v-proektirovanii-informatsionnoy-sistemy> (дата обращения: 13.10.2025)
- [11] Круглый А.Л. Реляционный подход к математической модели смысла информации. — 2021
- [12] Малиев А.А. Разработка языка реляционной алгебры и реляционного исчисления и транслятора на язык SQL // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2009. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-yazyka-relyatsionnoy-algebry-i-relyatsionnogo-ischisleniya-i-translyatora-na-yazyk-sql> (дата обращения: 13.10.2025)
- [13] Михайленко Д.Ю. Трансляция запросов в алгебре многомерных матриц в реляционную модель данных. 2024. URL: <http://it-edu.oit.cmc.msu.ru/index.php/convergent/convergent2024/author/submission/1823> (дата обращения: 13.10.2025)
- [14] Михайленко Д.Ю., Мунерман В.И. Вариации реляционных запросов и их представление в алгебре многомерных матриц // Системы компьютерной математики и их приложения. 2025. Вып. 26. С. 147–151. URL: <https://skmp.smolgu.ru/upload/vote/fec/ty8bn3n5cvwee1gr3181hhblbupl6f3d/SKMP2025.pdf> (дата обращения: 13.10.2025)
- [15] Михайленко Д.Ю., Мунерман В.И. Разработка метода доказательства эквивалентности запроса в разных моделях данных // Системы компьютерной математики и их приложения. 2024. Вып. 25. С. 108–113. URL: <https://skmp.smolgu.ru/upload/vote/e9f/s7yvh6q6y5ujjz25mzv1wtm6032woon/SKMP-2024.pdf> (дата обращения: 13.10.2025)
- [16] Мунерман В.И., Мунерман Д.В. Аксиоматический метод доказательства соответствия формализованных в различных моделях данных запросов // VIII Международная научная конференция «Конвергентные когнитивно-информационные технологии». 2023. URL: <http://sitito.cs.msu.ru/index.php/SITITO/article/view/1041> (дата обращения: 13.10.2025)

- [17] Сергеев В. П. Векторно-матричная модель представления данных и ее реализация в иерархических структурах. 2011. URL: <http://www.dslib.net/mat-obespechenie/vektorno-matrichnaja-model-predstavlenija-dannyh-i-ee-realizacija-v-ierarhicheskikh.html> (дата обращения: 13.10.2025)
- [18] Соколов Н.П. Введение в теорию многомерных матриц. – Киев: Наукова думка, 1972. 176 с.
- [19] Угаров А.В. Автоматизация построения запросов к реляционным базам данных // Математические структуры и моделирование. 2003. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-postroeniya-zaprosov-k-relyatsionnym-bazam-dannyh> (дата обращения: 13.10.2025)
- [20] Чигарина, Е.И. Базы данных / Е.И. Чигарина. – Самара : СГАУ, 2015. – 208 с. – ISBN 978-5-7883-1031-2.

#### **Об авторе:**

**Михайленко Давид Юрьевич**, магистрант физико-математического факультета, ФГБОУ ВО «Смоленский государственный университет» (214000, Российская Федерация, г. Смоленск, ул. Пржевальского, д. 4), ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0028-9345>, [david\\_2001\\_ru@mail.ru](mailto:david_2001_ru@mail.ru)

#### **About the author:**

**David Yurievich Mikhailenko**, Master degree student, Smolensk State University (4 Przhevalsky St., Smolensk 214000, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0028-9345>, [david\\_2001\\_ru@mail.ru](mailto:david_2001_ru@mail.ru)

## Java Concurrency и Stream API для распараллеливания решения численных задач

**М. В. Кожетьева\*, А. В. Картузов**

АНО ДПО «АКАДЕМИЯ ТОП», г. Орехово-Зуево, Российская Федерация

Адрес: 142601, Российская Федерация, Московская обл., г. Орехово-Зуево, ул. Ленина, д. 90

\* mkogeteva@yandex.ru

### Аннотация

В данной статье представлено исследование производительности различных подходов к распараллеливанию вычислений в Java на примере решения четырех типичных численных задач. Для оценки эффективности использованы массивы, коллекции, параллельные потоки (ParallelStream), асинхронная обработка с CompletableFuture и ForkJoinPool. Тестирование выполнено с помощью Java Microbenchmark Harness (JMH), что обеспечивает высокую точность измерений. Результаты визуализированы в виде гистограмм, что позволяет наглядно сравнить производительность каждого метода для каждой задачи.

**Ключевые слова:** Java Concurrency, ParallelStream, CompletableFuture, ForkJoinPool, JMH, Performance Benchmarking, Numerical Tasks

## Java Concurrency and Stream API for Parallelizing the Solution of Numerical Problems

**M. V. Kogeteva\*, A. V. Kartuzov**

ACADEMY TOP, Orekhovo-Zuyevo, Russian Federation

Address: 90 Lenin St., Orekhovo-Zuyevo 142601, Moscow Region, Russian Federation

\* mkogeteva@yandex.ru

### Abstract

This article presents a study of the performance of various approaches to parallelizing computations in Java, using the solution of four typical numerical problems as examples. To evaluate efficiency, arrays, collections, parallel streams (ParallelStream), asynchronous processing with CompletableFuture, and ForkJoinPool are used. The testing was performed using the Java Microbenchmark Harness (JMH), which ensures high measurement accuracy. The results are visualized as histograms, making it possible to clearly compare the performance of each method for each task.

**Keywords:** Java Concurrency, ParallelStream, CompletableFuture, ForkJoinPool, JMH, Performance Benchmarking, Numerical Tasks

---

### Введение

Современные вычислительные задачи все чаще требуют обработки больших объемов данных, что делает критически важным использование многопоточности и распараллеливания для повышения производительности приложений. Язык программирования Java предоставляет разработчикам широкий спектр инструментов для реализации параллельных алгоритмов, начиная от низкоуровневых примитивов синхронизации и заканчивая высокоуровневыми абстракциями, такими как Stream API и Java Concurrency. Выбор оптимального подхода зависит от характера задачи, ее сложности, объема данных и аппаратных возможностей системы. Настоящая работа ставит своей целью провести систематическое сравнение этих подходов на практике, чтобы дать разработчикам практические рекомендации по выбору наиболее эффективного метода для конкретных типов задач. В качестве тестовых задач выбраны фильтрация чисел, вычисление среднего значения и поиск максимальной частоты элементов, которые являются типичными для многих прикладных областей.

### Материалы и методы

Исследование направлено на сравнение пяти различных подходов к решению четырех численных задач:

1. Divider3or5 - фильтрация чисел, кратных 3 или 5
2. Prime - фильтрация простых чисел
3. Average - вычисление среднего значения набора данных
4. Same - поиск максимальной частоты одинаковых элементов

Для проведения объективного сравнения была выбрана методика бенчмаркинга с использованием Java Microbenchmark Harness (JMH). Этот фреймворк является стандартом де-факто для микро-бенчмаркинга в Java и позволяет минимизировать влияние внешних факторов, таких как JIT-компиляция и сборка мусора, благодаря встроенным механизмам прогрева (@Warmup) и множественных измерений (@Measurement). Все тесты выполняются на наборе данных размером 1 000 000 элементов, что позволяет оценить масштабируемость подходов. Конфигурация тестов задается аннотациями JMH, включая режим измерения времени (@BenchmarkMode(Mode.AverageTime)), единицы измерения (@OutputTimeUnit(TimeUnit.MILLISECONDS)) и параметры JVM (@Fork=1 в один поток, т.к. в решении мы сами используем многопоточность).

Исходные коды проекта размещены на <https://github.com/MargaritaTOP/NumbersJMH>.

Код программы разделен на следующие классы:

- Массивы (ArrayTest). Реализация на основе примитивных массивов. Это базовый последовательный подход, который служит эталоном для сравнения. Использует циклы `for-each` для перебора элементов и стандартные операции языка
- Коллекции (CollectionTest). Реализация на основе `List`. Использует метод `removeIf()` для фильтрации и стандартные потоки для вычисления среднего и частоты. Хотя это не параллельный подход, он представляет собой распространенный способ работы с данными в Java.
- Параллельные потоки (PStreamTest). Использование метода `parallelStream()` из Stream API. Это самый простой способ распараллелить операции над коллекциями. Под капотом используется `ForkJoinPool.commonPool()`, что позволяет автоматически распределять задачи между доступными потоками.
- CompletableFuture (CFTest). Асинхронная обработка с использованием метода `CompletableFuture.supplyAsync()`. В данном случае создается фиксированный пул потоков (`Executors.newFixedThreadPool(8)` – по числу процессоров) для выполнения операций. Этот подход дает больше контроля над управлением потоками, но требует явного управления жизненным циклом пула.
- ForkJoinPool (FJTest). Использование класса `ForkJoinPool` для рекурсивного разделения задач. Задача разбивается на более мелкие подзадачи до тех пор, пока они не станут достаточно маленькими для последовательного выполнения. Это мощный инструмент для задач, которые естественным образом разделяются на подзадачи, но требует более сложной логики реализации.

## Результаты исследования

Результаты тестирования, представленные в таблице и на гистограмме, демонстрируют значительные различия в производительности между подходами.

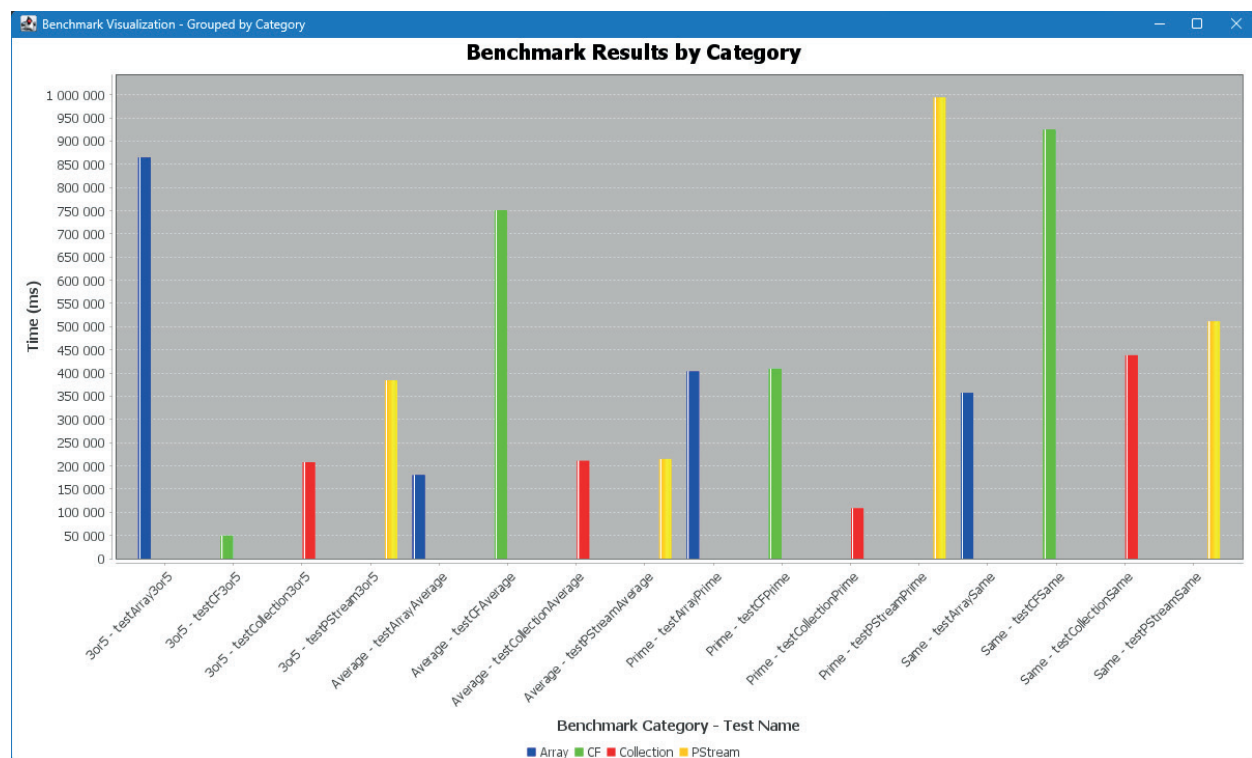


Рис. 1. Диаграмма производительности

1. Задача «Divider3or5» (фильтрация). Наиболее эффективным оказался подход с `ParallelStream` (4,116 мс), который значительно превосходит последовательную реализацию на массивах (7,024 мс) и коллекциях (39,777 мс). `CompletableFuture` и `ForkJoin` показали промежуточные результаты (20,854 мс и 13,629 мс соответственно). Это свидетельствует о том, что для простых операций фильтрации параллельные потоки обеспечивают лучшее соотношение производительности и простоты реализации.
2. Задача «Average» (среднее значение). Здесь лидирует самая простая реализация массивами (0,323 мс), за ней следует `ParallelStream` (0,679 мс). Это связано с тем, что операция вычисления суммы очень быстрая, и накладные расходы на распараллеливание (создание потоков, синхронизация) могут перевешивать выгоду от параллельного выполнения. `CompletableFuture` и `ForkJoin` оказались значительно медленнее (7,570 мс и 14,697 мс).
3. Задача «Prime» (простые числа). Эта задача является самой вычислительно затратной. Лучший результат показал `ParallelStream` (3,477 мс), что почти в 5 раз быстрее, чем массивы (17,921 мс) и коллекции (42,113 мс). `CompletableFuture` и `ForkJoin` также показали хорошие результаты (27,100 мс и 12,177 мс), но уступили `ParallelStream`. Это подчеркивает, что для тяжелых вычислительных задач распараллеливание дает огромный выигрыш.
4. Задача «Same» (максимальная частота). Лидером здесь стал `ParallelStream` (5,920 мс), за ним следуют `ForkJoin` (12,370 мс) и `CompletableFuture` (30,279 мс). Последовательные реализации на массивах и коллекциях оказались самыми медленными (45,317 мс и 24,384 мс). Интересно, что хотя задача включает группировку, которая может быть трудна для распараллеливания, `ParallelStream` все равно показал наилучший результат, вероятно, благодаря оптимизациям внутри `Stream API`.

Обобщая, можно сделать вывод, что `ParallelStream` является универсальным и часто самым эффективным решением для большинства задач, особенно если они вычислительно интенсивны. **Массивы** остаются лучшим выбором для простых и быстрых операций, где накладные расходы на параллелизм не оправданы. `CompletableFuture` и `ForkJoin` предоставляют больше контроля и подходят для специфических сценариев, но требуют более сложной реализации и не всегда превосходят `ParallelStream` по производительности.

## Обсуждение и заключение

Проведенное исследование показывает, что выбор подхода к распараллеливанию в Java должен основываться на характере решаемой задачи. Для простых и быстрых операций, таких как вычисление среднего значения, предпочтение следует отдавать последовательным реализациям на основе массивов, так как они минимизируют накладные расходы. Для вычислительно интенсивных задач, таких как проверка на простоту или фильтрация, использование параллельных потоков через `parallelStream()` обеспечивает наибольший выигрыш в производительности при минимальных усилиях по реализации. `CompletableFuture` и `ForkJoinPool` являются мощными инструментами, но их применение целесообразно только в случаях, когда требуется более тонкий контроль над потоками или задача имеет сложную рекурсивную структуру, которую нельзя легко выразить через `Stream API`. Таким образом, для большинства практических задач в современной Java рекомендуется начинать с `ParallelStream`, а только затем рассматривать более сложные подходы, если возникают специфические требования или ограничения.

## Список использованных источников

- [1] Oracle. Java Platform, Standard Edition 25 API Specification. <https://docs.oracle.com/en/java/javase/25/docs/api/index.html>
- [2] Java Microbenchmark Harness (JMH). <https://openjdk.org/projects/code-tools/jmh>
- [3] Goetz, B., Peierls, T., Bloch, J., Bowbeer, J., Lea, D., & Holmes, D. (2006). Java Concurrency in Practice. Addison-Wesley Professional.
- [4] JFreeChart Project. JFreeChart - Free Chart Library for Java. <http://www.jfree.org/jfreechart>
- [5] Bloch, J. (2018). Effective Java, 3rd Edition. Addison-Wesley Professional.
- [6] Lea, D. (2000). A Java Fork/Join Framework. Proceedings of the ACM 2000 Conference on Java Grande.

## Об авторах:

**Кожетьева Маргарита Вячеславовна**, студент, АНО ДПО «АКАДЕМИЯ ТОП» (142601, Российская Федерация, Московская обл., г. Орехово-Зуево, ул. Ленина, д. 90), [mkogeteva@yandex.ru](mailto:mkogeteva@yandex.ru)

**Картузов Александр Вячеславович**, преподаватель, кандидат педагогических наук, АНО ДПО «АКАДЕМИЯ ТОП» (142601, Российская Федерация, Московская обл., г. Орехово-Зуево, ул. Ленина, д. 90), [kartuzovaleksandr@yandex.ru](mailto:kartuzovaleksandr@yandex.ru)

## About the authors:

**Margarita V. Kogeteva**, student, ACADEMY TOP (90 Lenin St., Orekhovo-Zuyevo 142601, Moscow Region, Russian Federation), [mkogeteva@yandex.ru](mailto:mkogeteva@yandex.ru)

**Aleksandr V. Kartuzov**, Lecturer, Cand.Sci. (Ped.), ACADEMY TOP (90 Lenin St., Orekhovo-Zuyevo 142601, Moscow Region, Russian Federation), [kartuzovaleksandr@yandex.ru](mailto:kartuzovaleksandr@yandex.ru)



## Методы исследования надёжности паролей при помощи средств машинного обучения

**Д. А. Абрамов**

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», г. Тула, Российская Федерация  
Адрес: 300012, Российская Федерация, Тульская область, г. Тула, проспект Ленина, д. 92  
sipai-dima@mail.ru

### Аннотация

Представленная работа посвящена решению частных проблем, возникающих в информационно-измерительных системах различного назначения, использующих одно, или многофакторные методы аутентификации, одним из факторов которой, является введение пользовательского пароля. В данной работе приведёт обзор существующих методов определения надёжности паролей, определены их достоинства и недостатки, а также основные проблемы, затрудняющие их использование. В результате выполнения работы была предложена методика проведения исследований, на основе выполнения которой был получен метод оценки сложности паролей, представленный в данной работе. В работе приведён анализ результатов применения различных методов машинного обучения, которые могут быть использованы для решения данной задачи и были выбраны методы, показавшие наилучшие результаты. В данной работе приведён обзор основных методов атак на системы машинного обучения и предложен метод компенсации данных воздействий. В рамках данной работы было уделено внимание стабильности работы, предложенных методов машинного обучения и приведены методы, повышающие стабильность их работы. Проведённые в рамках данной работы исследования, на основе анализа публичного, обезличенного и релевантного предметной области набора данных, позволяют говорить о высокой точности и достаточной достоверности полученных результатов, которые превзошли результаты предыдущих исследователей. Полученный в рамках данной работы метод оценки надёжности паролей, может быть использован в коммерческих системах для оценки надёжности введённого пароля в различных сценариях взаимодействия пользователя и системы, например, при проверке пароля, введённого при регистрации пользователя. Полученный в рамках данной работы метод, может быть дополнительно модифицирован с целью улучшения скоростных характеристик работы предложенного решения и послужить основой для генерации паролей в виде, наиболее удобном для взаимодействия с пользователем.

**Ключевые слова:** информационно-измерительные системы, системы аутентификации пользователей, системы информационной безопасности, методы контроля надёжности паролей, машинное обучение, методы выбора признаков моделей

## Methods for Researching Password Strength Using Machine Learning

**D. A. Abramov**

Tula State University, Tula, Russian Federation  
Address: 92 Prospekt Lenina, Tula 300012, Russian Federation  
sipai-dima@mail.ru

### Abstract

The presented work is devoted to solving specific problems arising in information-measuring systems of various purposes using single or multi-factor authentication methods, one of the factors of which is the introduction of a user password. This paper provides an overview of existing methods for determining password strength, identifies their advantages and disadvantages, and also identifies the main problems that complicate their use. As a result of the work, a research methodology was proposed, based on the implementation of which a method for assessing the complexity of passwords was obtained, presented in this work. The paper presents an analysis of the results of applying various machine learning methods that can be used to solve this problem, and the methods that showed the best results were selected. This paper provides an overview of the main methods of attacks on machine learning systems and proposes a method for compensating for these impacts. In this work, attention was paid to the stability of the proposed machine learning methods and methods for increasing the stability of their operation were presented. The research conducted within the framework of this work, based on the analysis of a public, anonymized and relevant data set, allows us to speak about the high accuracy and sufficient reliability of the obtained results, which surpassed the results of previous researchers. The method for assessing the strength of passwords obtained in this work can be used in commercial systems to assess the strength of the entered password in various scenarios of user-system interaction, for example, when checking



the password entered during user registration. The method obtained in this work can be further modified to improve the speed characteristics of the proposed solution and serve as a basis for generating passwords in a form most convenient for user interaction.

**Keywords:** information-measuring systems, user authentication systems, information security systems, password reliability control methods, machine learning, methods for selecting model features

---

## Введение

В современном мире количество преступлений ежегодно увеличивается более чем на 10 -15% [1], что согласно исследованиям приводит к росту рынка услуг, связанных с информационной безопасностью не менее 6-10% в год [2].

Данное обстоятельство приводит к значительному росту интереса к направлениям, связанным и с информационной безопасностью (ИБ). В области информационной безопасности на данный момент наибольшее распространение получает направление, связанное с проектированием систем ИБ.

При этом при проектировании систем ИБ, несмотря на наличие различных факторов авторизации, крайне распространённым является использование паролей, как одного из факторов, необходимых для подтверждения личности при входе пользователя в систему.

При этом, не смотря на крайне важный вес фактора парольной защиты в общей структуре обеспечения ИБ в компании, оценке качества паролей в различных сервисах, согласно исследованиям компании digital security [3], уделяется недостаточное внимание.

При этом согласно, исследованиям портала SecurityLab [4], в 2015 году до 28% успешных атак были следствием наличия слабого пароля. Современные исследования, проведёнными компаниями, работающими в области ИБ [5], показывают, что 65% используемых паролей в компании, могут быть подобраны в течении 1 часа при помощи современных средств. С учётом того, что мощность вычислительных средств за прошедшие с момента исследования [4] время, увеличилась более чем в 10 раз, то на данный момент, лишь 2% атак являются следствием наличия слабых паролей в системе. Но с учётом того, что ежегодно в мире осуществляется миллиарды успешных атак, количество успешных атак, вызванных наличием слабых паролей всё равно остаётся значительным, поэтому разработка системы оценки качества(класса сложности) используемых паролей, может быть целью для проведения исследования [6].

## Цель исследования

Разработать средство классификации сложностей паролей отличное от существующих, позволяющие на основе быстро рассчитываемых значений признаков давать устойчивое заключение о сложности пароля, учитывающее его основные характеристики.

## Основная часть

Поставленная цель, достигается решением следующих задач

1. Анализ существующих решений.
2. Формирование требований к разрабатываемому решению.
3. Постановка задач исследования, последовательное решение которых позволит достичь цели исследования.

### 1.1 Анализ существующих методов классификации паролей

В современных системах информационной безопасности, проверка сложности пароля может быть выполнена одним из следующих способов классификации (валидации).

1. Ручная проверка администратором.
2. Проверка при помощи конечных автоматов с заданным числом состояний.
3. Проверка методом обратного инжиниринга.

1.1.1 Ручная проверка администратором, как правило заключается в следующем. Пользователь создаёт пароль и данный пароль валидируется администратором. Но с точки зрения информационной безопасности (ИБ), данный способ подтверждения паролей не является надёжным, так как требует много времени и фактически ручной проверки каждого пользовательского пароля, поэтому администраторы безопасности, как правило используют модифицированный вариант данного метода, заключающийся в автоматической генерации паролей и рассылке их пользователям.

С учётом в общем случае отсутствия защищённого канала связи и ограниченности рабочего времени администратора, данный метод валидации паролей не является оптимальным. Более того автоматически сгенерированные пароли, как правило не очевидны для пользователей и крайне не удобны для запоминания, что приводит к тому, что пользователи записывают пароль и хранят его вблизи устройства, с которого осуществляется вход в защищаемую систему, что является не желательным для обеспечения ИБ.

1.1.2 Проверка методом конечных автоматов заключается в следующем, на создаваемый пароль накладываются следующие ограничения, которые могут быть представлены состояниями конечного авто-

мата: 1. Наличие букв разного регистра. 2. Наличие не терминальных символов. 3. Наличие терминальных символов. 4. Наличие цифр. 5. Длительность не менее 8, или заданного в политике безопасности количества символов.

В общем и целом данный метод создания и автоматической валидации паролей крайне часто успешно справляется с поставленной задачей и наиболее часто применяется для проверки качества генерации паролей. Но обладает следующим недостатком, длинные пароли не содержащие не терминальных символов и цифр, но при этом обладающей значительной длиной, более 20 символов не проходят данный тип валидации, хотя взлом методом грубой силы подобных паролей в некоторых случаях занимает большее время, чем взлом, короткого, но сложного пароля.

1.1.3 Метод обратного инжиниринга заключается в следующем. Пользователь создаёт пароль и устанавливает его. Система тестирования забирает полученный хеш данного пароля и по полученному хешу, система подбора пытается восстановить пароль следующими способами.

Методом грубой силы, или методом полного перебора, который крайне неэффективен для длинных паролей.

Методом перебора по маске символов. Является немного оптимизированной версией метода полного перебора, но при этом требует знания определённых закономерностей при генерации пароля, что сильно затрудняет его использование.

Метод перебора на основе словарей [7]. Из сети получается словарь наиболее часто используемых паролей, наиболее известным из которых является RockYou.txt, содержащий значения паролей и соответствующие им значения хеша [8]. Далее по данному словарю производится процедура сравнения хеша и в случае, если хеш словаря совпадает с хешем пароля, то пароль считается раскрытым, или взлом пароля считается успешным.

Данный метод обладает существенным недостатком. В случае, если пароль достаточно прост, но его нет в словаре, система проверки идентифицирует его как сложный, что не является верным.

Метод перебора на основе радужных таблиц. В данном случае перебор хеша пароля осуществляется не по словарю, методом полного сравнения, а по таблице генерации его отдельных частей, в качестве которых наиболее часто выступают отдельные биты и в случае, если в результате прохода по пирамиде генерации было получено значение хеша, равное хешу пароля, то последовательность состояний прохождения радужной таблицы и станет паролем.

Данный метод обладает следующим недостатком, размер базы данных радужных таблиц является крайне значительным и может достигать нескольких терабайт, поэтому использование данного метода для промышленной валидации паролей не является рациональным.

Указанные недостатки существующих методов проверки паролей требуют разработки собственного метода определения класса сложности сгенерированного пароля, или валидации пароля.

Для достижения поставленной цели исследования, разрабатываемый метод должен удовлетворять следующим требованиям.

Относительно высокая скорость работы.

Сравнительно низкая вычислительная сложность.

Возможность проверки паролей различной длины и сложности, содержащих различные типы символов.

Возможность классификационной оценки длинных паролей, не содержащих не терминальные символы.

Удовлетворять требованиям апробации предложенного метода. Данный метод должен обладать подтверждённой точностью оценки класса паролей, полученной на основе анализа выборок содержащие различные классы паролей, используемые на территории РФ и находящиеся в открытом доступе.

#### 1.2.1 Задачи исследования

С целью достижения цели разработки метода валидации паролей, удовлетворяющего поставленным требованиям необходимо решение следующих задач.

Поиск исходных данных для проведения исследований, удовлетворяющих предъявленным требованиям.

Разработка и выбор признаков классификации сложности пароля, позволяющих добиться устойчивой классификации на исследуемом диапазоне значений входных параметров.

Выбор входных параметров модели, позволяющей добиться устойчивой классификации паролей с заданной точностью.

Экспериментальное исследование предложенной модели.

Разработка методов, позволяющих частично компенсировать некоторые аспекты атак на разрабатываемую модель.

Экспериментальное исследование эффективности модели и предложенных компенсирующих мер. Рассмотрим решение предложенных задач более подробно.

#### 1.2.1 Поиск данных для проведения исследований

На основе требований, предъявленных к разрабатываемой системе, набор данных, используемый для проведения исследований, должен удовлетворять следующим требованиям:

Данные должны быть общедоступными, чтобы гарантировать прозрачность проведения эксперимента и допустить проверку их корректности сторонними авторами.

Источник данных должен пользоваться авторитетом в исследовательском сообществе и известным своими разработками в выбранном направлении.

Объём данных должен быть достаточным для проведения исследований и получения моделей заданной точности.

Данные, приведённые в исследуемом источнике данных(датасете) должны обеспечивать техническую возможность проведения экспериментальных исследований.

Желательно наличие относительно сбалансированных данных. Не допущения явного превосходства одного из классов выборки над другими.

Данные, приведённые в датасете должны допускать возможность модификации и последующий обработки.

Представленным требованиям удовлетворяет датасет классифицированных паролей, представленный компанией «Сбербанк» и размещённый на хранилище Kaggle [9].

Параметры данного датасета приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 Параметры набора данных, выбранного для проведения исследований

| Наименование метрики оценки | Значение |
|-----------------------------|----------|
| count                       | 100000   |
| mean                        | 0,988660 |
| std                         | 0,507044 |
| min                         | 0,000000 |
| 25%                         | 1,000000 |
| 50%                         | 1,000000 |
| 75%                         | 1,000000 |
| max                         | 2,000000 |

На основании данных, приведённых в таблице 1.1, можно утверждать, что с некоторыми допущениями, предложенный набор данных пригоден для проведения исследований.

Выбор данного датасета обусловлен следующими причинами.

Данный датасет является общедоступным и распространяется на основе лицензии, допускающей любую модификацию и изменение данных. А так же, гарантирует отсутствие юридической ответственности за использование данных в исследовательских целях.

Компания «Сбербанк» специализируется на банковских операциях и имеет один из лучших центров ИБ в стране.

Компания «Сбербанк» занимается просветительской деятельностью в области ИБ и регулярно публикует исследования, затрагивающие различные аспекты задач, включая задачи оценки паролей.

Компания в состоянии предоставить обезличенные данные, позволяющие избежать юридической ответственности за их использование.

Компания в состоянии предоставить данные в значительном объёме, достаточном для проведения исследования.

Компания в состоянии предоставить достаточное количество уникальных данных для проведения исследования.

Как правило, пароли, используемые в промышленных системах, делятся на следующие категории: 1) простые; 2) сложные.

Однако наиболее при использовании методов машинного обучения крайне желательно использование следующей классификации: 1) простые пароли; 2) средние пароли; 3) сложные пароли. Пароли, позволяющие относительно легко осуществить их подбор, называются простыми. Пароли, позволяющее производить их раскрытие за количество шагов, на несколько порядков, превышающих количество шагов, необходимых для раскрытия простых паролей, называются сложными. Пароли занимающие промежуточное положение между простыми и сложными, относятся к классу средних паролей.

В случае, если в исследуемой системе, присутствовало всего 2 класса, использование методов машинного обучения, значительно утратило смысл, так как для бинарной классификации паролей в большинстве случаев было бы достаточно метода конечных автоматов, используемого в большинстве автоматизированных систем (АС). С учётом требований, предъявленных к разрабатываемой модели и общих рекомендаций по составлению паролей, предложенные классы паролей должны обладать следующими характерными признаками, приведёнными в таблице 1.2

Таблица 1.2 Рекомендации по оценке паролей

| Параметр                                                                   | Простой                       | Средний                       | Сложный                       |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Длина пароля, символы                                                      | Менее 8                       | Более 8                       | Более 8                       |
| Наличие заглавных букв                                                     | Не регламентировано           | Желательно                    | Обязательно                   |
| Наличие малых букв                                                         | Не регламентировано           | Желательно                    | Обязательно                   |
| Наличие цифр                                                               | Не регламентировано           | Желательно                    | Желательно (Обязательно)      |
| Наличие не терминальных символов                                           | Не обязательно                | Желательно                    | Желательно (Обязательно)      |
| Наличие последовательно следующих букв                                     | Желательно                    | Не желательно                 | Отсутствие (в общем случае)   |
| Наличие последовательно следующих цифр                                     | Желательно                    | Не желательно                 | Не желательно (отсутствие).   |
| Отсутствие запретных символов                                              | Не регламентировано           | Желательно                    | Обязательно                   |
| Возможность представления в виде строки                                    | Обязательно                   | Обязательно                   | Обязательно                   |
| Обобщённая метрика, классификации паролей, учитывающая требования к модели | Значение в заданном интервале | Значение в заданном интервале | Значение в заданном интервале |

Исходя из данных, представленных в таблице 1.2, требуется разработка обобщённой(интегральной) метрики классификации паролей.

#### 1.2.2 Разработка признаков классификации паролей

Так как не все исходные требования, предъявленные к модели были учтены в виде признаков, приведённых в таблице 1, оставшиеся требования необходимо учесть при разработке метрики классификации.

При этом разрабатываемый параметр классификации (метрика классификации) должен удовлетворять следующим требованиям.

Надёжность классификации. Должен позволять как самостоятельно, так и в совокупности с другими входными параметрами обеспечивать устойчивую классификацию паролей на заданные классы с заданной, точностью, как минимум выраженной в однозначном совпадении результатов расчёта метрики и пробных тестовых данных.

Дополняемость. Возможность использования совместно с другими метриками с целью повышения итоговой точности работы модели.

Возможность работы с существующими методами анализа данных.

Простота расчёта и относительно высокая скорость вычисления.

В качестве базовой метрики классификации выберем следующий параметр.

$$\Delta = \sum_{i=0}^n (i+1) \times 10 \times d_i^*, \quad (1.1)$$

где,  $i$  - позиция символа в строке пароля;

$d_i^*$  - функция вычисления значения символа в зависимости от его принадлежности к различным группам, вычисляемая следующим образом

$$d_i^* = \begin{cases} \text{ascii}(d_i), i = 0, d_i \notin \{\text{ignored}\}, d_i \notin \{\text{unter min al}\} \\ 0, d_i \in \{\text{ignored}\} \\ 1000, d_i \in \{\text{unter min al}\} \\ |\text{ascii}(d_i) - \text{ascii}(d_{i-1})|, i > 0, d_i \notin \{\text{ignored}\}, d_i \notin \{\text{unter min al}\} \end{cases}, \quad (1.2)$$

где,  $\text{ascii}$  - оператор получения ASCII кода символа;

$\{\text{ignored}\}$ , множество игнорированных символов, включающее в себя следующие элементы  $\{'/', '=', '\%', '@'\}$ ;

$\{\text{unter min al}\}$  - множество нетерминальных символов, включающее в себя следующие элементы  $\{'\#', '\&', '\{', '\}', '[', ']', '(', ')', '+', '-', '*', '\_', '!\}$ .

Выбор данного параметра обусловлен следующими соображениями. Помимо изначально предъявленных требований, данный параметр позволят выполнить следующие действия.

Детектировать наличие последовательно следующих символов в пароле.

Задать более высокий приоритет нетерминальных символов в пароле.

Снизить приоритет игнорируемых символов.

Учитывать длину пароля при расчёте метрики.

Гарантировать расчёт данного параметра для паролей, длина которых превышает 1 символ.

#### 1.2.3 Выбор параметров модели для исследования

Так как предложенный входной параметр нуждается в дополнительном исследовании на предмет возможности обеспечения его достаточности для классификации паролей и возможности его использования в существующих методах машинного обучения, необходимо провести исследование данного параметра на заранее известной модели, математический аппарат которой достаточно изучен, а пределы точности не вызывают сомнения. В дальнейшем данную модель будем называть первичной.

В качестве первичной модели для исследования достаточности параметров классификации, выберем метод ближайшего соседа, так как приложенный метод, является крайне давно изученным и хорошо зарекомендовавшим себя на практике.

Так как итоговая точность, полученная при классификации паролей исследовательской модели не является определяющей, так как решается задача выбора параметров модели, выберем количество анализируемых соседей не более 3, так как выбор данного значения параметра обеспечит приемлемую точность и относительно высокую скорость работы исследовательской модели.

Для проведения экспериментов воспользуемся облачным интерпритатором Python. Так как среда Kaggle предлагает более выгодные условия использования GPU, по сравнению со средой Google Colab, для проведения предварительного исследования используем именно его.

#### 1.2.4 Выбор входных параметров модели

Существуют несколько стратегий выбора параметров моделей.

Метод исключения входных параметров в зависимости от влияния данного параметра на модель.

Метод устранения зависимых переменных, на основе расчёта функции корреляции.

Метод добавления параметров в модель для получения требуемой точности.

Так как задача классификации сложности паролей является весьма распространённой, но допускающей применение нетривиальных решений, выберем метод добавления параметров в модель до получения требуемой точности, исходными данными для которого будет заранее созданный тестовый банк данных, представленный в таблице 1.3.

Таблица 1.3 Тестовые пароли

| Значение пароля   | Идентификатор класса 0 – простой, 1 – средний, 2 - сложный |
|-------------------|------------------------------------------------------------|
| qwertyuio12345678 | [1,2]                                                      |
| 12345             | 0                                                          |
| abx\$1R5p97       | 2                                                          |
| toji25            | 0                                                          |

Процедура добавления параметров в модель была итеративной и заключалась в проверке оператором качества работы модели на каждом шаге, то есть при добавлении дополнительного параметра. Исследуемые параметры в порядке проверки из добавления приведены в таблице 1.4.

На основе результатов оценки влияния входных параметров на результаты работы модели, было установлено, что в первом приближении, предложенного вектора входных параметров (вектора признаков) достаточно и для получения дальнейшей оценки качества предварительного выбора вектора признаков, необходимо провести исследование данного вектора при помощи иных методов машинного обучения, позволяющих построить модели, обладающей большей точностью классификации.

Для подтверждения выдвинутой гипотезы необходимо провести исследование предложенного набора входных параметров, на всём диапазоне исходных данных( на исследуемом датасете), при помощи исследовательской модели.

В качестве метрик оценки выберем следующие метрики: 1) вероятность успешной классификации; 2) матрица неточностей.

В результате использования инструментального средства проведения исследований было получено значение вероятности - 0.9591, что говорит о высокой точности подбора вектора входных параметров модели и его достаточности для проведения дальнейших исследований.



Таблица 1.4 Последовательность добавления параметров в исследуемую модель

| Название параметра                       | Формула расчёта                                                       | Корректность работы модели                                             |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Интегральная метрика классификации       | Формула(1)                                                            | Некорректно, пароли группы – 0, отнесены к группе -2                   |
| Флаг наличия игнорируемых символов       | $Ign = \begin{cases} 1, d_i \in \{ignored\} \\ 0 \end{cases}$         | Некорректно, пароли группы – 0, отнесены к группе -2                   |
| Метрика дистанции между символами        | $dst = ascii(d_0) + \sum_{i=1}^n  ascii(d_i) - ascii(d_{i-1}) $       | Некорректно, пароли группы – 0, отнесены к группе -2                   |
| Длина пароля                             | $len = \{password\}$                                                  | Некорректно, пароли группы – 0, отнесены к группе -2                   |
| Флаг наличия нетерминальных символов     | $unt = \begin{cases} 10, d_i \in \{unter\ min\ al\} \\ 0 \end{cases}$ | Некорректно, пароли группы – 0, отнесены к группе -2                   |
| Флаг длины пароля, Флаг короткого пароля | $pwL = \begin{cases} 10, \{password\} > 7 \\ 0 \end{cases}$           | Корректная классификация тестовых паролей, относящихся к группам 0,1,2 |

## 2.1 Разработка плана экспериментальных исследований

Решение задач оценки работы предложенной модели на различных наборах входных данных с целью оценки точности модели и выбора методов, наиболее подходящих для достижения стабильной работы модели и экспериментального исследования предложенной модели, является связанным, поэтому решение данных задач будет рассматриваться совместно и приведено далее.

С целью повышения точности исследовательской модели, полученной на основе предложенного набора данных, исследованной на наборе исходных данных необходимо решение следующих задач.

Выбор критериев оценки предложенных методов.

Исследование предложенных методов.

Определение группы методов, наилучшим образом подходящих для решения поставленной задачи.

Принятие решения о выборе метода решения задачи, или совокупности методов для решения поставленной задачи.

Исследование полученного решения и оценка эффективности итогового решения.

Выбор критериев оценки. В качестве критериев оценки выберем следующие.

Корректность работы на базовой выборке.

Вероятность классификации.

Матрица неточностей.

Вычислительная сложность.

Общие рекомендации по применению предложенных методов.

Предложенных критериев должно хватить для первоначального исследования предложенных методов. Исследования по повышению безопасности предложенных методов будут приведены дополнительно. В разделе, посвящённом данной проблематике.

## 2.2 Исследования различных методов

На данном этапе решается задача выбора группы методов, пригодных для решения поставленной задачи.

### 2.2.1 Исследование метода KNN

Так как изначально в качестве исследовательской модели использовался метод ближайшего соседа [11], то наиболее очевидным решением было бы расширение количества соседей [12] до большего значения, с целью повышения точности классификации.

Расширим число соседей до 7, при этом были получены следующие значения. Вероятность успешной классификации – 0.9507. Матрица неточностей приведена на рисунке 1.1



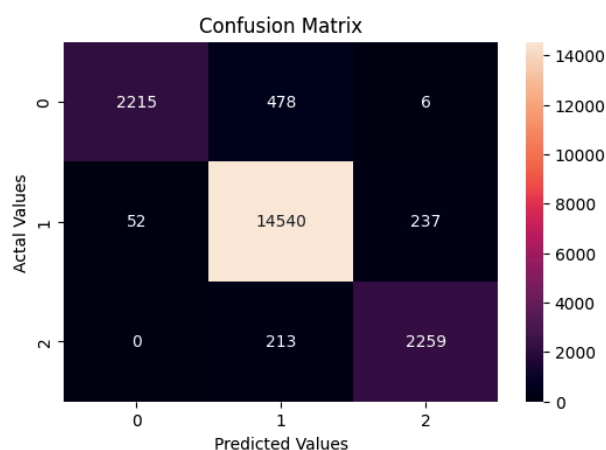


Рис. 2.1. Матрица неточностей KNN 7

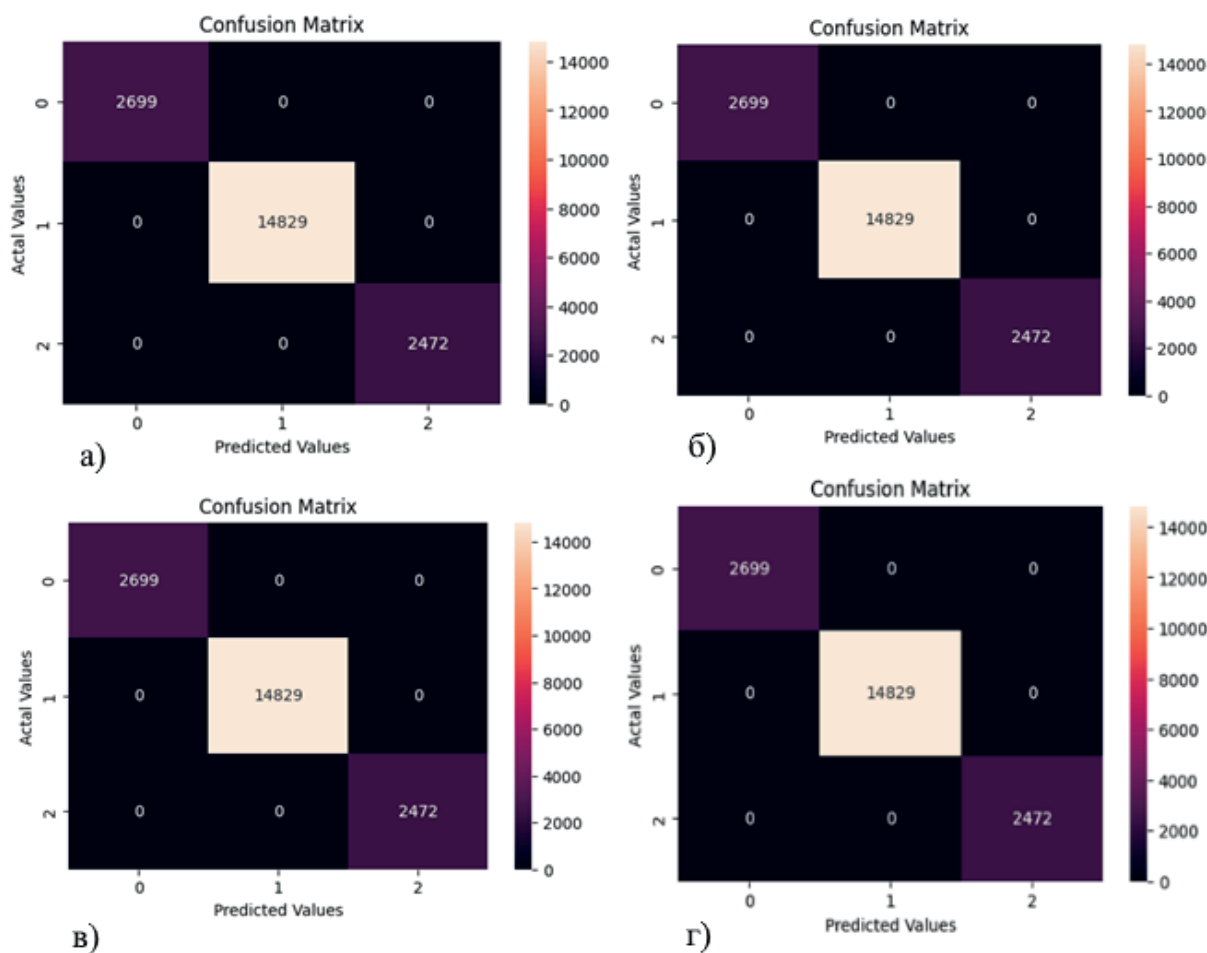


Рис. 2.2. Результаты работы методов а) RF, б) HGB, в) BC, г) NB

На основе полученных данных, можно утверждать, что метод ближайшего соседа при увеличении числа соседей, не позволяет значительно увеличить точность исследовательской модели, поэтому следует провести исследование других групп методов.

В качестве иных методов исследования были выбраны следующие:

Random Forest(RF)[13];

Гистограммный градиентный бустинг(HGB)[14];

Метод случайных множеств(печатей)(BC) [15];

Метод градиентного бустинга NB[16];

Использование нейронных сетей[17], построенных при помощи конструкторов Pytorch [18], или Keras [19], использующих функцию активации ReLu [20], настроенные при помощи оптимизатора Adam [21], основные параметры которой, полученные из среды Keras[22] и приведены в таблицах 2.1 и 2.2.

Таблица 2.1 Параметры нейронной сети

| Layer (type)    | Output Shape | Param # |
|-----------------|--------------|---------|
| dense (Dense)   | (None, 6)    | 42      |
| dense_1 (Dense) | (None, 3)    | 21      |
| dense_2 (Dense) | (None, 1)    | 4       |

Таблица 2.2 Дополнительные параметры нейронной сети

| Наименование параметра | Значение | Размер |
|------------------------|----------|--------|
| Total params           | 67       | 268    |
| Trainable params       | 67       | 268    |
| Non-trainable params   | 0        | 0      |

Полученные матрицы неточностей для рассмотренных методов приведены на рисунке 2.2

Результаты работы нейронной сети приведены на рисунке 2.3

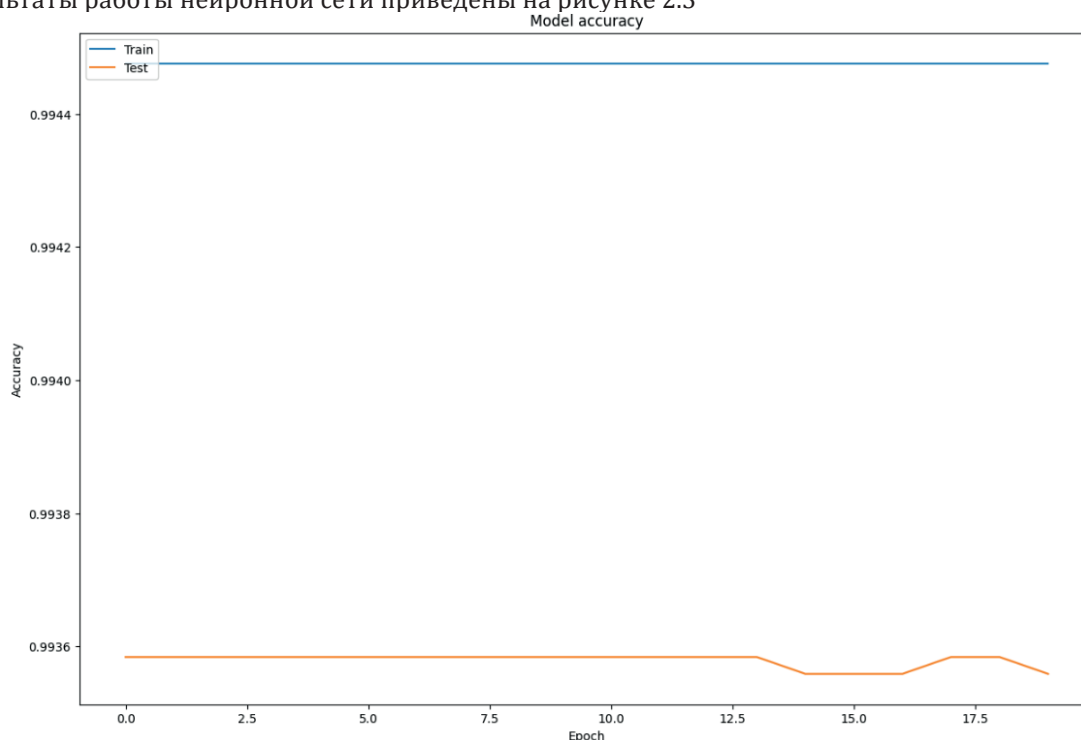


Рис. 2.3 Точность классификации

### 2.3 Выбор методов, позволяющих частично компенсировать некоторые виды атак на разрабатываемую модель

Как правило наиболее частыми атаками на средства машинного обучения являются следующие.

Атака методом отравления исходных данных [23].

Атака методом воздействия на целевую систему. Или атака с использованием генеративно-состязательных сетей [24].

В качестве одной из мер противодействия обоим векторам атак, может быть использование ансамблей, состоящих из различных методов.

С одной стороны, использование ансамблей [25] позволит компенсировать ошибки работы одних методов на данном наборе данных, корректной работой других методов [26], по сути некоторая защита от атак методом отравления входных данных.

С другой стороны, состав методов ансамбля заранее крайне сложно определить, особенно, если в состав ансамбля входят методы анализа данных, не получившие широкого распространения. По сути некоторая защита от атак, совершаемых при помощи генеративно-состязательных сетей.

Рассмотрим ансамбль, состоящий из следующих методов: гистограммный градиентный бустинг; градиентный бустинг; метод случайных печатей.

При создании ансамбля используем режим голосования, который заключается в том, что каждый метод, входящий в ансамбль имеет равноправное право голоса и итоговое решение принимается большинством голосов. Полученный ансамбль представлен на рисунке 2.4.

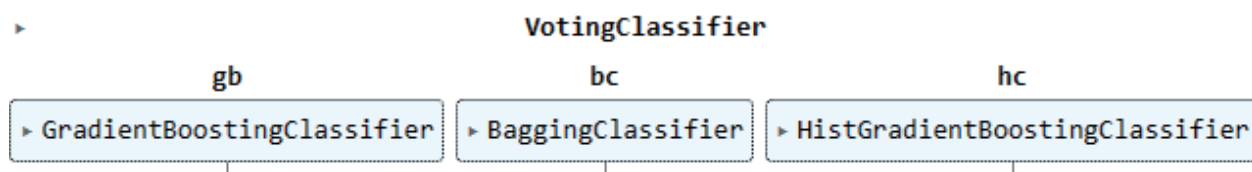


Рис. 2.4. Используемый ансамбль

Качество работы ансамбля на базовой выборке – прошёл успешно.  
Матрица неточностей ансамбля приведена на рисунке 2.5

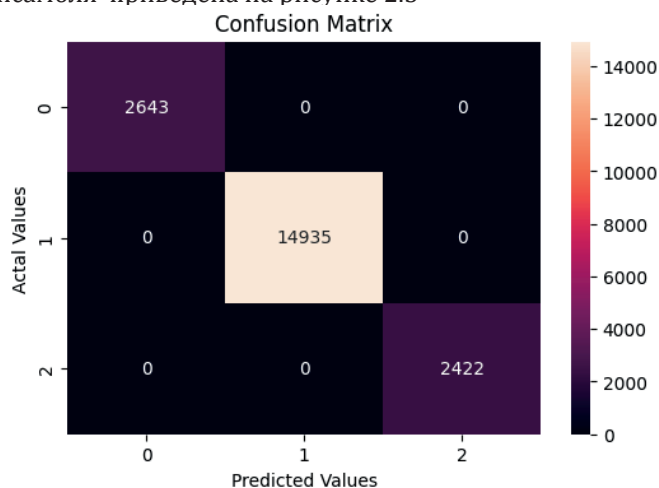


Рис. 2.5 Матрица неточностей ансамбля

### 3. Сравнение результатов исследований

В качестве оценки качества проведённых исследований выберем метод сравнения с результатами работы по оценке данного набора данных, другими исследователями, представленные на платформе kaggle. Результаты сравнения приведены в таблице 3.1

Таблица 3.1 Сравнение результатов работы различных исследователей

| ФИО(ID) исследователя | Результат, вероятность в % |
|-----------------------|----------------------------|
| Исследователь 1       | 83                         |
| Исследователь 2       | 99                         |
| Текущее исследование  | 100                        |

Итоговая вероятность успешной классификации паролей при использовании различных методов приведена в таблице 3.2

Таблица 3.2 Итоговая точность исследованных методов

| Метод                                        | Базовая выборка | Точность |
|----------------------------------------------|-----------------|----------|
| KNN 3                                        | да              | 0.9591   |
| KNN 7                                        | да              | 0.9507   |
| Random Forest                                | да              | 1.0      |
| Гистограммные градиентный бустинг            | да              | 1.0      |
| Метода случайных печатей (BaggingClassifier) | да              | 1.0      |
| Градиентный бустинг                          | да              | 1.0      |
| Ансамбль                                     | да              | 1.0      |
| Нейронная сеть (MSE)                         | да              | 0.994    |

В результате выполнения работы был предложен альтернативный метод проверки сложности паролей, учитывающий длительность паролей и позволяющий определить сложность паролей, без использования стандартных средств классификации.

Экспериментальное исследование предложенного в работе метода показало его высокую эффективность для решения представленных задач. При этом точность работы предложенного метода оказа-

лась выше, чем точность работы методов, используемых другими исследователями данного набора входных данных.

В рамках реализации системы принятия решения о сложности пароля на основе использования машинного обучения, особое внимание было уделено методам подготовки исходных данных и защиты системы от угроз, связанных с нарушением информационной безопасности, актуальных для данного класса систем.

Рассмотренный в рамках работы метод может быть использован в системах, основанных на использовании паролей в качестве одного из токенов защиты системы.

При этом для промышленного внедрения данного метода в существующие системы желательно провести дополнительное исследование, или тестирование данного метода на заранее не известном наборе входных данных.

Предложенный в рамках данной работы метод, может быть положен в основу стратегии развития ИБ и концепции разработки систем защиты предприятий РФ, от угроз, связанных с несанкционированным доступом и позволит повысить качество организационных мер, применяемых для повышения уровня ИБ в различных компаниях.

## Список литературы

- [1] Число\_кибератак\_в\_России\_и\_в\_мире // TADVISER Государство.Бизнес.Технологии URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Число\\_кибератак\\_в\\_России\\_и\\_в\\_мире](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Число_кибератак_в_России_и_в_мире) (дата обращения: 30.10.2025).
- [2] Безопасность\_информационных\_систем // TADVISER Государство.Бизнес.Технологии URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Обзор\\_Безопасность\\_информационных\\_систем](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Обзор_Безопасность_информационных_систем) (дата обращения: 30.10.2025).
- [3] Тестирование парольных политик веб-сервисов 2.0 // Digital Security URL: <https://dsec.ru/wp-content/uploads/2020/12/20.-testirovanie-parolnyh-politik-veb-servisov-2.0-1.pdf> (дата обращения: 30.10.2025).
- [4] Исследователи подсчитали количество инцидентов, которые стали возможными из-за слабых паролей // SecurityLab.ru URL: <https://www.securitylab.ru/news/473948.php> (дата обращения: 30.10.2025).
- [5] Исследователи показали скорость перебора разных паролей с помощью инструмента ИИ // Habr URL: <https://habr.com/ru/news/727748/> (дата обращения: 30.10.2025).
- [6] Политика ЦБ в сфере защиты информации (кибербезопасности) // TADVISER Государство.Бизнес.Технологии URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Политика\\_ЦБ\\_в\\_сфере\\_защиты\\_информации\\_%28кибербезопасности%29](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Политика_ЦБ_в_сфере_защиты_информации_%28кибербезопасности%29) (дата обращения: 30.10.2025).
- [7] Рудаков А. В. Атаки на домен. Полечение учетных записей пользователей в домене // Инновации. Наука. Образование. – 2021. – №. 33. – С. 1152-1165.
- [8] Пучков М. Ю. KALI LINUX КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ // Фундаментально-прикладные проблемы безопасности, живучести, надёжности, устойчивости и эффективности систем. – 2020. – С. 135-139.
- [9] Password Security: Sber Dataset // Kaggle.com URL: <https://www.kaggle.com/datasets/morph1max/password-security-sber-dataset> (дата обращения: 30.10.2025).
- [10] Жерон О. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow ШШ. – 2018.
- [11] Клячкин В. Н., Кувайскова Ю. Е., Ломовцева Н. А. Диагностика состояния технического объекта с помощью классификации методами машинного обучения // Программные продукты и системы. – 2021. – Т. 34. – №. 4. – С. 572-578.
- [12] Olegovich P. A., Vladimirovich L. E. МЕТОД KNN И ВОПРОСЫ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПОДВИЖНОГО ОБЪЕКТА // ББК 32.973-018.2+32.81 я31 К63. – 2023. – С. 125.
- [13] Liu Y, Wang Y, Zhang J. New machine learning algorithm: Random forest // Information Computing and Applications: Third International Conference, ICICA 2012, Chengde, China, September 14-16, 2012. Proceedings 3. – Springer Berlin Heidelberg, 2012. – С. 246-252.
- [14] Tamim Kashifi M., Ahmad I. Efficient histogram-based gradient boosting approach for accident severity prediction with multisource data // Transportation research record. – 2022. – Т. 2676. – №. 6. – С. 236-258.
- [15] Zareapoor M. et al. Application of credit card fraud detection: Based on bagging ensemble classifier // Procedia computer science. – 2015. – Т. 48. – №. 2015. – С. 679-685.
- [16] Natekin A., Knoll A. Gradient boosting machines, a tutorial // Frontiers in neurorobotics. – 2013. – Т. 7. – С. 21.
- [17] Созыкин А. В. Обзор методов обучения глубоких нейронных сетей // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика. – 2017. – Т. 6. – №. 3. – С. 28-59.
- [18] Imambi S., Prakash K. B., Kanagachidambaresan G. R. PyTorch // Programming with TensorFlow: Solution for Edge Computing Applications. – 2021. – С. 87-104.

- [19] Moolayil J., Moolayil J., John S. Learn Keras for deep neural networks. – Birmingham : Apress, 2019. – С. 33-35.
- [20] Соболевский Н. Р. Архитектура работы современных нейронных сетей. – 2020.
- [21] Альмуттаири Х. М. А. Программное обеспечение для распознавания изображений: Теоретическая основа работы программы //Актуальные проблемы общества, экономики и права в контексте глобальных вызовов. – 2023. – С. 24-30.
- [22] Chowdary M. K., Nguyen T. N., Hemanth D. J. Deep learning-based facial emotion recognition for human-computer interaction applications //Neural Computing and Applications. – 2023. – Т. 35. – №. 32. – С. 23311-23328.
- [23] Намиот Д. Е., Ильюшин Е. А., Чижов И. В. Атаки на системы машинного обучения-общие проблемы и методы //International Journal of Open Information Technologies. – 2022. – Т. 10. – №. 3. – С. 17-22.
- [24] Ческидов П. Д. Перспектива применения генеративно-сопоставительных сетей для генерации атак против систем обнаружения вторжения //Наука настоящего и будущего. – 2019. – Т. 1. – С. 151-155.
- [25] Шибайкин С. Д., Никулин В. В., Аббакумов А. А. Анализ применения методов машинного обучения компьютерных систем для повышения защищенности от мошеннических текстов //Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2020. – №. 1. – С. 29-40.
- [26] Куртукова А. В., Романов А. С. Идентификация автора исходного кода методами машинного обучения //Информатика и автоматизация. – 2019. – Т. 18. – №. 3. – С. 742-766.

## References

- [1] The Count of Cyberattacks in Russia and the World // TADVISER State.Business.Technologies URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Число\\_кибератак\\_в\\_России\\_и\\_в\\_мире](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Число_кибератак_в_России_и_в_мире) (Accessed: October 30, 2025).
- [2] Information Security // TADVISER State.Business.Technologies URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Обзор:\\_Безопасность\\_информационных\\_систем](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Обзор:_Безопасность_информационных_систем) (Accessed: October 30, 2025).
- [3] Testing Web Service Password Policies 2.0 // Digital Security URL: <https://dsec.ru/wp-content/uploads/2020/12/20.-testirovanie-parolnyh-politik-veb-servisov-2.0-1.pdf> (Accessed: October 30, 2025).
- [4] Researchers Calculated the Number of Incidents Made Possible by Weak Passwords // SecurityLab.ru URL: <https://www.securitylab.ru/news/473948.php> (Accessed: October 30, 2025).
- [5] Researchers Demonstrated the Speed of Brute-Force Password Attacks Using an AI Tool // Habr URL: <https://habr.com/ru/news/727748/> (Accessed: October 30, 2025).
- [6] Central Bank Policy on Information Security (Cybersecurity) // TADVISER State. Business. Technologies URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Политика\\_ЦБ\\_в\\_сфере\\_защиты\\_информации\\_%28кибербезопасности%29](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Политика_ЦБ_в_сфере_защиты_информации_%28кибербезопасности%29) (date of access: October 30, 2025).
- [7] Rudakov A. V. Domain Attacks. Poisoning User Accounts in a Domain // Innovations. Science. Education. – 2021. – No. 33. – pp. 1152-1165.
- [8] Puchkov, M. Yu. KALI LINUX AS A TOOL FOR CONDUCTING WIRELESS NETWORK SECURITY TESTS // Fundamental and Applied Problems of Security, Survivability, Reliability, Stability, and Efficiency of Systems. – 2020. – Pp. 135-139.
- [9] Password Security: Sber Dataset // Kaggle.com URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Политика\\_ЦБ\\_в\\_сфере\\_защиты\\_информации\\_%28кибербезопасности%29](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Политика_ЦБ_в_сфере_защиты_информации_%28кибербезопасности%29) (accessed October 30, 2025).
- [10] Zheron, O. Applied Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow. – 2018.
- [11] Klyachkin V. N., Kuvaiskova Yu. E., Lomovtseva N. A. Diagnostics of the state of a technical object using classification by machine learning methods // Software products and systems. – 2021. – Vol. 34. – No. 4. – P. 572-578.
- [12] Olegovich P. A., Vladimirovich L. E. THE KNN METHOD AND ISSUES OF ITS APPLICATION IN SOLVING THE PROBLEM OF SPATIAL POSITIONING OF A MOVING OBJECT // ВВК 32.973-018.2+ 32.81 ya31 K63. – 2023. – P. 125.
- [13] Liu Y., Wang Y., Zhang J. New machine learning algorithm: Random forest //Information Computing and Applications: Third International Conference, ICICA 2012, Chengde, China, September 14-16, 2012. Proceedings 3. - Springer Berlin Heidelberg, 2012. - pp. 246-252.
- [14] Tamim Kashifi M., Ahmad I. Efficient histogram-based gradient boosting approach for accident severity prediction with multisource data // Transportation research record. – 2022. – Т. 2676. – No. 6. – pp. 236-258.
- [15] Zareapoor M. et al. Application of credit card fraud detection: Based on bagging ensemble classifier // Procedia computer science. – 2015. – Vol. 48. – No. 2015. – P. 679-685.
- [16] Natekin A., Knoll A. Gradient boosting machines, a tutorial // Frontiers in neurorobotics. – 2013. – Vol. 7. – P. 21.
- [17] Sozykin A. V. Review of methods for training deep neural networks // Bulletin of South Ural State University. Series: Computational Mathematics and Computer Science. – 2017. – Vol. 6. – No. 3. – P. 28-59.



- [18] Imambi S., Prakash K. B., Kanagachidambaresan G. R. PyTorch // Programming with TensorFlow: Solution for Edge Computing Applications. – 2021. – P. 87-104.
- [19] Moolayil J., Moolayil J., John S. Learn Keras for deep neural networks. – Birmingham : Apress, 2019. – P. 33-35.
- [20] Sobolevsky N. R. Architecture of modern neural networks. – 2020.
- [21] Almuttairi H. M. A. Image recognition software: Theoretical basis of the program // Actual problems of society, economics and law in the context of global challenges. – 2023. – P. 24-30.
- [22] Chowdary M. K., Nguyen T. N., Hemanth D. J. Deep learning-based facial emotion recognition for human-computer interaction applications // Neural Computing and Applications. – 2023. – Vol. 35. – No. 32. – P. 23311-23328.
- [23] Namiot D. E., Ilyushin E. A., Chizhov I. V. Attacks on machine learning systems - general problems and methods // International Journal of Open Information Technologies. – 2022. – Vol. 10. – No. 3. – P. 17-22.
- [24] Cheskidov P. D. Prospects for using generative adversarial networks to generate attacks against intrusion detection systems // Science of the present and future. – 2019. – Vol. 1. – P. 151-155.
- [25] Shibaikin S. D., Nikulin V. V., Abbakumov A. A. Analysis of the application of machine learning methods of computer systems to improve security against fraudulent texts // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Control, Computer Engineering, and Informatics. – 2020. – No. 1. – P. 29-40.
- [26] Kurtukova A. V., Romanov A. S. Identification of the Author of Source Code Using Machine Learning Methods // Informatics and Automation. – 2019. – Vol. 18. – No. 3. – P. 742-766.

#### **Об авторе:**

**Абрамов Дмитрий Александрович**, доцент кафедры информационной безопасности, ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет» (300012, Российская Федерация, Тульская область, г. Тула, проспект Ленина, д. 92), кандидат технических наук, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2813-1179>, sipai-dima@mail.ru

#### **About the author:**

**Dmitry A. Abramov**, Associate Professor of the Chair of Information Security, Tula State University (92 Prospekt Lenina, Tula 300012, Russian Federation), Cand. Sci. (Eng.), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2813-1179>, sipai-dima@mail.ru

# Development of a Software Package for the Analysis of Oscillatory and Resonance Phenomena in Mechanical Systems with Moving Boundaries

K. V. Litvinova

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation  
Address: 1 Leninskie gory, Moscow 119991, GSP-1, Russian Federation  
kristinalitvinova900@rambler.ru

## Abstract

This article presents the development of the “TB-ANALYSIS” software package, created in the MATLAB environment for mathematical modeling and analysis of the resonant characteristics of objects with moving boundaries. This package is designed to solve one-dimensional boundary value problems describing the dynamics of objects of variable length. The main objectives of this work are: creating software for studying solutions to boundary value problems and modeling resonant phenomena; testing the effectiveness of the software package; and developing an algorithmic description of its functionality. The key capabilities of the software suite enable numerical solutions of model equations, analysis of the influence of various parameters on resonance properties, and optimization of model parameters to prevent resonance phenomena. The software suite’s testing results and examples of its practical application are presented.

**Introduction.** Studying the dynamics of objects with moving boundaries, described by one-dimensional boundary value problems, is of significant interest for modern engineering and scientific calculations. Of particular relevance is the analysis of the resonance properties of objects capable of causing critical conditions and structural failure. Therefore, the development of a specialized software tool for comprehensive mathematical modeling and analysis of resonance characteristics is a pressing issue.

The TB-ANALYSIS software suite presented in this paper was developed to address these issues. Its key capabilities include: studying solutions to boundary value problems using asymptotic and approximate analytical methods; performing a factor analysis of resonance properties; and determining conditions for preventing resonance phenomena. The suite is implemented as a standalone application in the MATLAB environment and has undergone extensive testing.

**Materials and Methods.** The TB-ANALYSIS software package was developed in the MATLAB environment using numerical computation capabilities and a graphical interface. The package’s architecture includes four interconnected modules, accessed through the start window. The main modules are: studying solutions to boundary value problems, analyzing resonance properties, and controlling resonance phenomena. Three methods are implemented to solve boundary value problems: an analytical method for replacing variables in a system of differential-difference equations; an asymptotic method for constructing solutions to homogeneous integro-differential equations; and an approximate analytical method for constructing solutions to integro-differential equations. Intelligent method selection is performed automatically depending on the type of problem being solved. To assess the accuracy of calculations, a special error estimation procedure is implemented based on an analysis of the accuracy of integral calculations.

**Results.** The software package was tested on various model boundary value problems. The effectiveness of the numerical methods and the correctness of the algorithms are demonstrated. To demonstrate the capabilities of the package, a study of the transverse vibrations of a viscoelastic rope of variable length lying on an elastic foundation was conducted. Graphs of the oscillation amplitude versus time and boundary velocity were obtained for various model parameters. The influence of the medium resistance, viscoelasticity, and substrate stiffness coefficients on the resonance characteristics was analyzed. It was found that the oscillation amplitude at zero values of the corresponding coefficients is an upper bound for cases where the coefficients are nonzero.

A calculation error estimation method was developed that takes into account the accuracy of integral calculations and the number of terms in the solution. It was shown that the error in calculating the squared amplitude can be effectively estimated and controlled during the calculation process.

**Discussion and Conclusion.** The developed TB-ANALYSIS software package is an effective tool for studying the dynamics of objects with moving boundaries. The main advantages of the package include: versatility for solving various classes of boundary value problems; intelligent selection of solution methods; a user-friendly interface; and built-in tools for evaluating calculation accuracy.

Numerical experiments confirmed the performance of the package and demonstrated its potential for analyzing complex dynamic processes. The obtained results allow for a deeper understanding of the nature of resonant phenomena in objects of variable length and the development of effective methods for controlling resonant modes.

Prospects for further development of the complex are associated with expanding the class of problems solved, implemented implementation of additional numerical methods and optimization of computational algorithms for working with more complex models.

**Keywords:** software package, MATLAB, boundary value problems, resonance characteristics, numerical methods, objects with moving boundaries

# Разработка программного комплекса для анализа колебательных и резонансных явлений в механических системах с движущимися границами

**К. В. Литвинова**

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 119991, Российская Федерация, г. Москва, Ленинские горы, д. 1

kristinalitvinova900@rambler.ru

## Аннотация

В статье представлена разработка программного комплекса «TB-ANALYSIS», созданного в среде MATLAB для математического моделирования и анализа резонансных характеристик объектов с движущимися границами. Данный комплекс предназначен для решения одномерных краевых задач, описывающих динамику объектов переменной длины. Основными задачами работы являются: создание программного обеспечения для исследования решений краевых задач и моделирования резонансных явлений; тестирование эффективности программного комплекса; разработку алгоритмического описания функционала. Ключевые возможности комплекса позволяют получать численные решения модельных уравнений, анализировать влияние различных параметров на резонансные свойства и оптимизировать параметры модели для предотвращения резонансных явлений. Приведены результаты тестирования программного комплекса и примеры его практического применения.

**Введение.** Исследование динамики объектов с движущимися границами, описываемых одномерными краевыми задачами, представляет значительный интерес для современных инженерных и научных расчетов. Особую актуальность имеет анализ резонансных свойств объектов, способных вызывать критические состояния и разрушение конструкций. В связи с этим актуальной задачей является создание специализированного программного инструмента для комплексного математического моделирования и анализа резонансных характеристик.

Представленный в работе программный комплекс «TB-ANALYSIS» разработан для решения этих задач. Его основные возможности включают: исследование решений краевых задач методами асимптотического и приближенного аналитического анализа; проведение факторного анализа резонансных свойств; определение условий предотвращения резонансных явлений. Комплекс реализован как автономное прикладное программное обеспечение в среде MATLAB и прошел всестороннее тестирование. Материалы и методы. Программный комплекс «TB-ANALYSIS» разработан в среде MATLAB с использованием возможностей численных вычислений и графического интерфейса. Архитектура комплекса включает четыре взаимосвязанных модуля, доступ к которым осуществляется через стартовое окно. Основные модули: исследование решений краевых задач, анализ резонансных свойств и управление резонансными явлениями. Для решения краевых задач реализованы три метода: аналитический метод замены переменной в системе дифференциально-разностных уравнений; асимптотический метод построения решений однородных интегро-дифференциальных уравнений; приближенный аналитический метод построения решений интегро-дифференциальных уравнений. Интеллектуальный выбор метода осуществляется автоматически в зависимости от типа решаемой задачи. Для оценки точности вычислений реализована специальная процедура оценки погрешности на основе анализа точности вычисления интегралов.

**Результаты исследования.** Проведено тестирование программного комплекса на различных модельных краевых задачах. Показана эффективность реализации численных методов и корректность работы алгоритмов. Для демонстрации возможностей комплекса проведено исследование поперечных колебаний вязкоупругого каната переменной длины, лежащего на упругом основании.

Получены графики зависимостей амплитуды колебаний от времени и скорости движения границ при различных параметрах модели. Проанализировано влияние коэффициентов сопротивления среды, вязкоупругости и жесткости подложки на резонансные характеристики. Установлено, что амплитуда колебаний при нулевых значениях соответствующих коэффициентов является оценкой сверху для случаев, когда коэффициенты не равны нулю.

Разработана методика оценки погрешности вычислений, учитывающая точность вычисления интегралов и количество членов ряда в решении. Показано, что погрешность вычисления квадрата амплитуды может быть эффективно оценена и контролируется в процессе вычислений.

**Обсуждение и заключение.** Разработанный программный комплекс «TB-ANALYSIS» представляет собой эффективный инструмент для исследования динамики объектов с движущимися границами. Основные преимущества комплекса включают: универсальность для решения различных классов краевых задач; интеллектуальный выбор методов решения; удобный пользовательский интерфейс; встроенные средства оценки точности вычислений.

Проведенные численные эксперименты подтвердили работоспособность комплекса и продемонстри-

ровали его возможности для анализа сложных динамических процессов. Полученные результаты позволяют глубже понять природу резонансных явлений в объектах переменной длины и разрабатывать эффективные методы управления резонансными режимами.

Перспективы дальнейшего развития комплекса связаны с расширением класса решаемых задач, реализацией дополнительных численных методов и оптимизацией вычислительных алгоритмов для работы с более сложными моделями.

**Ключевые слова:** программный комплекс, MATLAB, краевые задачи, резонансные характеристики, численные методы, объекты с движущимися границами

---

## Introduction

This paper presents the development of the TB-ANALYSIS software package, created in the Matlab environment for mathematical modeling and analysis of the resonant characteristics of objects with moving boundaries described by one-dimensional boundary value problems.

The following objectives were set for the study: development of a software package for studying solutions to model boundary value problems and modeling resonant processes in objects of variable length; testing of the developed software and assessing its effectiveness; creation of a detailed algorithmic description of the functionality of the TB-ANALYSIS package. The key functionality of the software package includes: obtaining and analyzing numerical solutions of model equations for various system parameters and external influences; studying the influence of multiple factors on the resonant properties, including object type, boundary velocity, vibration modes, drag forces, viscoelastic characteristics, bending stiffness, and substrate rigidity; optimization of model parameters to eliminate undesirable resonant phenomena.

The software package was developed in the Matlab environment as a stand-alone application.

## Description of work with the software package

The TB-ANALYSIS user interface consists of four interconnected windows. When the program is launched, the start window opens, serving as the central hub for navigation. The remaining windows can be accessed directly from the start window or through the menu system of any open window, allowing for flexible interaction between all sections of the interface.

The main menu of the TB-ANALYSIS software suite provides access to three main modules via dedicated buttons with icons: Study of Solutions to Model Boundary Value Problems, Analysis of Resonance Properties of Models, and Control of Resonance Phenomena.

For user convenience, all the main functions accessible via the buttons are duplicated in the application's menu system. The menu bar is present in all windows except the start window and includes two main sections: "File" and "Select Research Direction." The "File" section contains commands for working with data: "Import/Load" for loading initial parameters, "Export/Save" for saving results, and "Exit" for terminating the program. The export command offers two saving options: the "Values" subitem allows saving numerical data in \*.txt and \*.xls (\*.xlsx) formats for subsequent use both within the software suite and in other applications, while the "Graphs" subitem allows saving visualizations in EPS or PNG formats, respectively. The "Exit" command terminates the TB-ANALYSIS application and closes its windows.

The "Research Directions" menu section contains three key functional modules: "Study of Solutions to Model Boundary Value Problems," "Analysis of Resonance Properties of Models," and "Control of Resonance Phenomena." The boundary value problem solution research module constructs solutions using the asymptotic method and approximate analytical method for integro-differential equations, and also enables a comparative analysis of the effectiveness of these methods. This module also provides the ability to estimate the computational error for each solution method.

The "Analysis of Resonance Properties of Models" functional module performs factor analysis, establishing the dependence of oscillation amplitude on a set of model parameters, including boundary conditions, mode number, resonance velocity, external resistance, viscoelastic properties, flexural rigidity of the object, and substrate rigidity. The related module "Resonance Phenomena Management" is focused on solving applied problems, within the framework of which the boundaries of the resonant region are determined and parametric constraints are formulated to prevent the occurrence of resonant modes.

## Study of solutions of model boundary value problems using a software package

Activating the top button in the start window initiates the transformation of the interface into a specialized window for studying solutions to boundary value problems, shown in Figure 1.

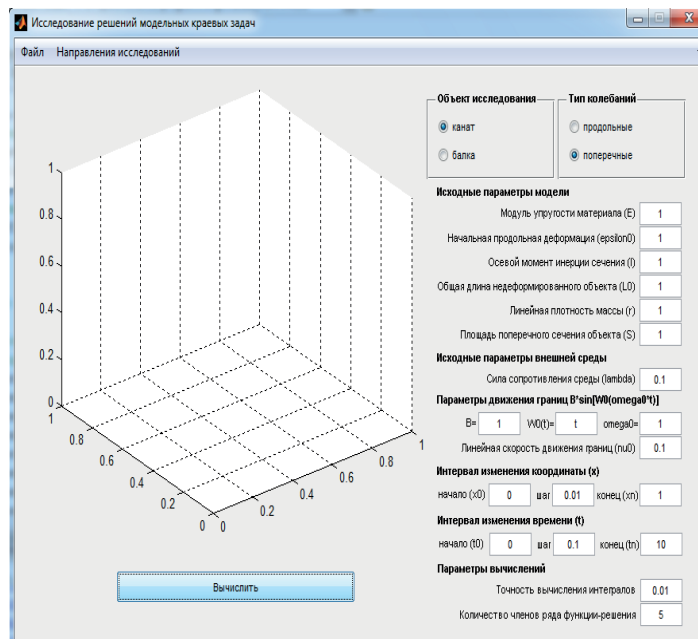


Fig. 1. Window for studying solutions of model boundary value problems

This interface retains standard menu controls with “File” and “Research Areas” options, making the program easy to use. The “File” section offers basic operations: “Import/Load” for batch loading of source parameters from \*.xls/\*.xlsx and \*.txt files, eliminating manual data entry; “Export/Save” with the option to save numerical arrays in \*.xls/\*.xlsx and \*.txt formats via the “Data” sub-item and export graphical results in \*.eps and \*.png formats via the “Graph” sub-item; and the “Exit” command for completely terminating the application.

The “Research Areas” menu item provides a list of available program modules, including the sub-items “Study of Solutions to Model Boundary Value Problems,” “Analysis of Resonance Properties of Models,” and “Comparison of Solution Methods.” Each menu item corresponds to a separate functional block and is designed to activate the corresponding module of the software suite.

In addition, the form contains two panels with radio buttons “Study object” and “Oscillation type”, an active button “Calculate”, groups of windows for manual data entry “Initial parameters of the model” (with windows “Elastic modulus of the material (E)”, “Initial longitudinal deformation (epsilon0)”, “Axial moment of inertia (I)”, “Total length of the undeformed object (L0)”, “Linear mass density (r)”, “Cross-sectional area (S)”), “Initial parameters of the external environment” (with the window “Drag force of the environment (lambda)”), “Boundary motion parameters  $B \sin W_0(\omega_0 t)$ .” (with windows “B=”, “W0=”, “omega0=”, “Linear velocity of motion (nu0)”), “Coordinate change interval (x)” (with windows “start (x0)”, “step”, “end (xn)”), “Time change interval (t)” (with the “Start (t0)”, “Step”, and “End (tn)” windows) and “Calculation Parameters” (with the “Integral Calculation Accuracy” and “Number of Term Series of the Solution Function” windows).

The software’s interface panel includes several key controls: the “Study Object” radio button allows a choice between two model objects—a rope and a beam—while the adjacent “Oscillation Type” panel allows you to specify the nature of the oscillations (longitudinal or transverse). The latter option is available exclusively for the rope object due to the physical properties of the model. The central control element is the “Calculate” button, which, when activated, initiates calculation procedures and visualizes the results in the form of graphical dependencies. A group of manual input fields is provided for setting the initial system parameters, where the names of each parameter clearly correspond to the text labels located to the left of the corresponding input elements.

The software implements three main methods for solving boundary value problems: an analytical method based on the replacement of variables in systems of differential-difference equations; An asymptotic approach for constructing solutions to homogeneous integro-differential equations and systems of ordinary differential equations modeling the dynamics of variable-length objects; as well as an approximate analytical method for solving integro-differential equations describing the motion of mechanical systems with moving boundaries.

The software package automatically selects a computational algorithm based on an analysis of the mathematical model type, the class of integro-differential equation, and the specified boundary conditions. For systems described by the wave equation, an analytical method with substitution of variables in differential-difference equations is used; for models based on homogeneous integro-differential equations, an asymptotic method is used; and for the analysis of complex non-homogeneous integro-differential equations, an approximate analytical method for constructing solutions is employed. The algorithmic implementation of computational methods is organized through a system of internal functions: the analytical method for solving boundary value problems is implemented in the “TBNumAnal” function, which is implemented in the “TBAsym” function, while the approximate analytical method for integro-differential equations is performed by the “TBNum” function. A visualization of this module’s operation is presented in Figure 2, which demonstrates typical calculation results.



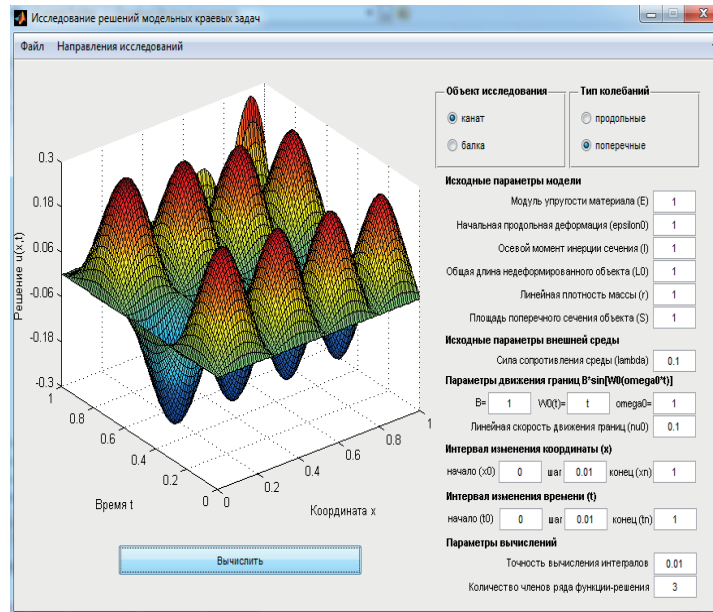


Fig. 2. Graph of the solution function of the boundary value problem for transverse vibrations of the rope

### Analysis of resonance properties of models using a software package

Activating the “Analysis of Resonance Properties of Models” button in the start window initiates a transition to a specialized interface that maintains an identical menu structure to the interface of the boundary value problem solution research module.

The module’s interface includes control panels for configuring study parameters: the “Study Object” switch allows selection between rope and beam models, while the “Dependency Analysis” panel provides a choice between two study types: amplitude time dependence analysis and the dependence of maximum amplitude on boundary velocity. Computational procedures are implemented through a system of built-in functions: the calculation of amplitude-time characteristics is performed by the “met\_ampl” function, while the analysis of the maximum amplitude’s dependence on velocity is performed by the “met\_ampl\_max” function, which uses “met\_ampl” as a subroutine. This block also provides the ability to vary key model parameters, including the mode number, damping coefficients, object stiffness, viscoelastic properties, and substrate stiffness, using the corresponding input fields.

The interactive “Calculate” button is used to initialize the calculation procedures and subsequently visualize the resulting dependencies in graphical format.

The dependence of maximum amplitude on speed is determined using an original method developed as part of this study. The method is based on an analytical expression for oscillation amplitude, derived through solving integro-differential equations, taking into account the resonant characteristics of the mechanical systems under study. The amplitude of the system’s oscillations in the  $n$ th dynamic mode is described by the following expression:

$$A_n^2(\tau) = E_n^2(\tau) \left\{ \left[ \int_0^\tau F_n(\zeta) \cos \Phi_n(\zeta) d\zeta \right]^2 + \left[ \int_0^\tau F_n(\zeta) \sin \Phi_n(\zeta) d\zeta \right]^2 \right\}. \quad (1)$$

The algorithm for numerically studying steady-state resonance and the phenomenon of passing through resonance is implemented in the “met\_ampl\_max” function. Figure 3 shows a graph of the dependence of the maximum amplitude of rope oscillations when passing through resonance on the boundary velocity for various values of the medium resistance coefficient (from top to bottom:  $\lambda = 0$ ;  $\lambda = 0,01$ ;  $\lambda = 0,02$ ) with the following model parameters: mode number 1; object stiffness coefficient 0.01; viscoelasticity coefficient 0.01; substrate stiffness coefficient 0.02.

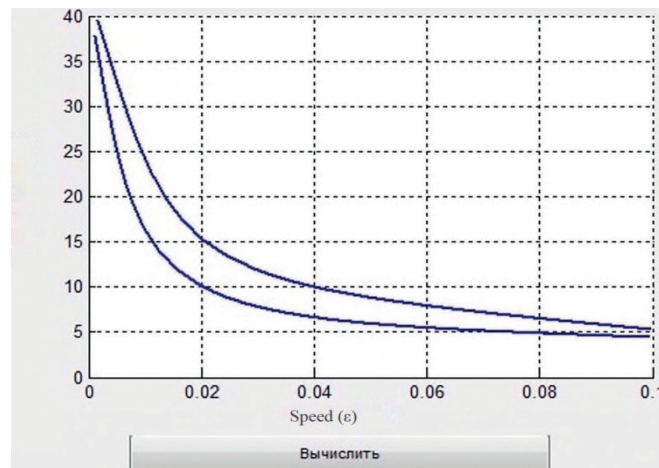


Fig. 3. Graph of the dependence of the maximum amplitude on the velocity of boundary movement for different values of the medium resistance coefficient

The calculation of the time dependence of the oscillation amplitude according to formula (1) is implemented in the internal function “met\_ampl”, which is used as a subroutine in the function “met\_ampl\_max”. Figure 4 presents the results of test calculations demonstrating the change in the amplitude of transverse oscillations of a variable-length rope when passing through resonance in the first dynamic mode for a specific set of initial model parameters.

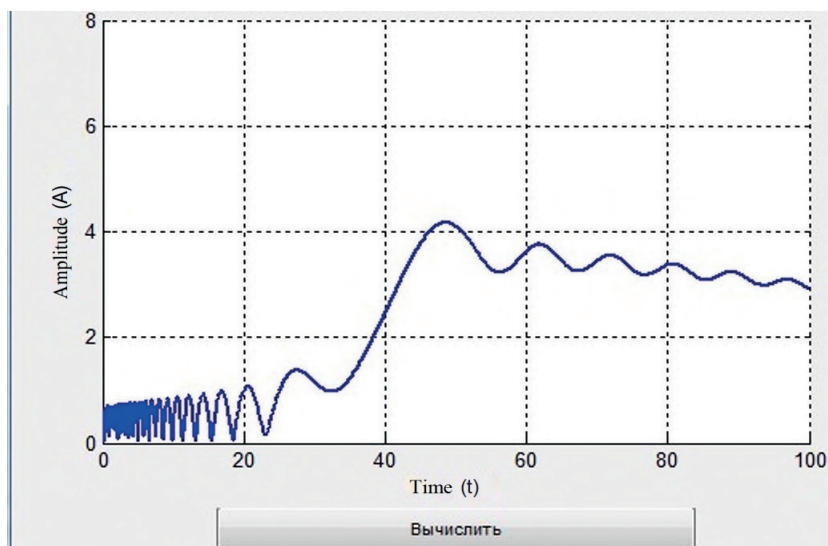


Fig. 4. Graph of amplitude versus time

In addition to their direct functional role, the graphical dependencies shown in Figure 4 clearly demonstrate the characteristic features of the behavior of the oscillation amplitude, which form the basis of the method for determining the maximum amplitude.

## Conclusions

The developed TB-ANALYSIS software suite has proven its effectiveness as a universal tool for mathematical modeling and analysis of the resonance characteristics of mechanical systems with moving boundaries. Software testing has confirmed its reliability in solving a wide range of boundary value problems. A user-friendly interface with an intelligent system for selecting solution methods ensures comfortable use. A computational error estimation system ensures the reliability of results. Future development prospects include expanding the suite's functionality and adapting it to solve more complex classes of problems, opening up new opportunities for research in the field of mechanical system dynamics.

## References

- [1] Kolosov L.B., Zhigula T.I. Longitudinal-transverse vibrations of the rope of the lifting installation // Izv. Universities. Mining Journal. 1981. No. 3. P. 83–86.
- [2] Zhu W.D., Chen Y. Theoretical and experimental investigation of elevator cable dynamics and control // J. Vibr. Acoust. 2006. No. 1. P. 66–78.
- [3] Shi Y., Wu L., Wang Y. Nonlinear analysis of natural frequencies of a tether system // J. Vibr. Eng. 2006. No. 2. P.173–178.
- [4] Wang L., Zhao Y. Multiple internal resonances and non-planar dynamics of shallow suspended cables to the harmonic excitations // J. Sound Vib. 2009. No. 1–2. P. 1–14.
- [5] Zhao Y., Wang L. On the symmetric modal interaction of the suspended cable: three-to one internal resonance // J. Sound Vib. 2006. No. 4–5. P.1073–1093.
- [6] Vesnitsky A.I. Waves in systems with moving boundaries and loads. Moscow: Fizmatlit, 2001. 320 p.
- [7] Goroshko O.A., Savin G.N. Introduction to the mechanics of deformable one-dimensional bodies of variable length. Kiev: Nauk. dumka, 1971. 290 p.
- [8] Litvinov V.L., Anisimov V.N. Transverse vibrations of a rope moving in a longitudinal direction // Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2017. T. 19.No. 4. – P.161–165.
- [9] Litvinov V.L., Anisimov V.N. Mathematical modeling and research of oscillations of one-dimensional mechanical systems with moving boundaries: monograph / V. L. Litvinov, V. N. Anisimov – Samara: Samar. state tech. un-t, 2017. – 149 p.
- [10] Lezhneva A.A. Free bending vibrations of a beam of variable length // Uchenye zapiski. Perm: Perm. un-t, 1966. No. 156. P. 143–150.
- [11] Savin G.N., Goroshko O.A. Variable length thread dynamics. Kiev: Nauk. Dumka, 1962. 332 p.
- [12] Litvinov V.L. Investigation of free vibrations of mechanical objects with moving boundaries using the asymptotic method // Zh. Middle Volga Mathematical Society. 2014. T. 16.No. 1. P.83–88.
- [13] Liu Z., Chen G. Analysis of Plane Nonlinear Free Vibrations of a Carrying Rope Taking into Account the Influence of Flexural Rigidity // J. Vibr. Eng. 2007. No. 1. P. 57–60.
- [14] Litvinov V.L., Anisimov V.N. Application of the Kantorovich – Galerkin method for solving boundary value problems with conditions on moving boundaries // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Rigid Body Mechanics. 2018. No. 2. P. 70–77.
- [15] Litvinov V.L., Anisimov V.N. Transverse vibrations of a rope moving in a longitudinal direction // Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2017. T. 19. No. 4. – P.161–165.
- [16] Litvinov V.L., Anisimov V.N. Mathematical modeling and research of oscillations of one –dimensional mechanical systems with moving boundaries: monograph / V. L. Litvinov, V. N. Anisimov – Samara: Samar. state tech. un-t, 2017. – 149 p.
- [17] Elepov B. S., Kronberg A. A., Mikhailov G. A. and Sabelfeld K. K. Solution of boundary value problems by the Monte Carlo method. – Novosibirsk: Nauka, 1980. – 174 p.
- [18] Ermakov S. M. Monte Carlo Method in Computational Mathematics: An Introductory Course. – St. Petersburg: Nevsky Dialect; M.: BINOM. Knowledge Laboratory, 2009. – 192 pp.
- [19] Fishman G. S. Monte Carlo. Concepts, Algorithms, and Applications. — SpringerVerlag, 1995 (Corrected 3 rd printing, 1999). — 718 pp.
- [20] Litvinov V.L. Stochastic longitudinal oscillations of a viscoelastic rope with moving boundaries taking into account the action of damping forces // Probability Theory and Its Applications, RAS, 2022, Vol. 67, No. 4, pp. 835–836.
- [21] Litvinov V.L. Solution of boundary value problems with moving boundaries using an approximate method for constructing solutions of integro-differential equations // Tr. Institute of Mathematics and Mechanics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 2020.Vol. 26, №. 2. P. 188–199.
- [22] Litvinov V.L., Litvinova K.V. An approximate method for solving boundary value problems with moving boundaries by reduction to integro-differential equations// Computational Mathematics and Mathematical Physics, 2022, vol. 62, no. 6, pp. 945–954.
- [23] Litvinov V.L. Certificate of state registration of a computer program. Automated software package for studying oscillations and resonance phenomena in mechanical systems with moving boundaries “TB-Analysis-7” No. 2025613649, published 13.02.2025.
- [24] Litvinov V.L., Litvinova K.V. On an inverse method for solving problems of oscillations of mechanical systems with moving boundaries // Bulletin of Moscow University. Series 1: Mathematics. Mechanics. - 2024. - No. 3. - P. 53-59.
- [25] Litvinov V.L., Litvinova K.V. Application of the Kantorovich-Galerkin method for analyzing the resonance characteristics of damped systems // Journal of Theoretical and Mathematical Physics, 2025, Vol. 224, No. 1, pp. 129-138.
- [26] Selivanova N.Yu., Shamolin M.V. Local solvability of a one-phase problem with free boundary // Journal of Mathematical Sciences. – 2013. – Vol. 189, no. 2. – P. 274–283.
- [27] Selivanova N.Yu., Shamolin M.V. Studying the interphase zone in a certain singular-limit problem // Journal of Mathematical Sciences. – 2013. – Vol. 189, no. 2. – P. 284–293.

- [28] Erofeev V.I., Lisenkova E.E. Quasi-harmonic longitudinal wave propagating in a Mindlin–Hermann rod immersed in a nonlinear elastic medium // Theoretical and Mathematical Physics. – 2022. – Vol. 211, No. 2. – P. 216–235.
- [29] Erofeev V.I., Lisenkova E.E. General relations for waves propagating in one-dimensional elastic systems // Mathematical methods of mechanics: proceedings of the international conference. On the 90th Anniversary of Academician A.G. Kulikovskiy. – Moscow: Steklov Mathematical Institute, 2023. – Pp. 26–27.
- [30] Litvinov V.L., Shamolin M.V. On One Asymptotic Method for Solving Homogeneous Integro–Differential Equations Describing Oscillations of Objects with Moving Boundaries // Siberian Journal of Industrial Mathematics, 2025, Vol. 28, No. 2, pp. 39–54.
- [31] Semenov A.L., Litvinov V.L., Shamolin M.V. Study of the Influence of Boundary Movement on the Oscillatory and Resonant Properties of Mechanical Systems of Variable Length // Computational Mathematics and Information Technologies, Vol. 9, No. 2, pp. 34–43.

**About the author:**

**Kristina V. Litvinova**, student, Lomonosov Moscow State University (1 Leninskie gory, Moscow 119991, GSP-1, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1711-9273>, [kristinalitvinova900@rambler.ru](mailto:kristinalitvinova900@rambler.ru)

**Об авторе:**

**Литвинова Кристина Владиславовна**, студент, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (119991, Российская Федерация, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1711-9273>, [kristinalitvinova900@rambler.ru](mailto:kristinalitvinova900@rambler.ru)

## Использование ИИ, языка разметки Markdown и подхода «диаграмма как код» при создании учебных материалов в системе Quarto

**И. А. Кочергин**

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 119991, Российская Федерация, г. Москва, Ленинские горы, д. 1

koch@econ.msu.ru

### Аннотация

**Введение.** Создание учебных материалов, включающий себя и программный код и результаты его выполнения при традиционном подходе является необычайно трудоемким на всех этапах создания, включая корректировку и обновление. Требуется более эффективный подход. При использовании систем генеративного ИИ, как ассистента для подготовки материалов возникает, необходимость проверки корректности и преобразования в нужный формат презентаций, документов и в интерактивные документы типа Jupyter Notebook. В статье рассматривается рабочий процесс без использования локальных ИИ-агентов, от которых часто приходится отказываться по техническим соображениям или соображениям безопасности,

**Материалы и методы.** Предлагается использовать инструменты и методологию RR (Reproducible Research).

**Результаты исследования.** В статье предложен метод сопряжения систем искусственного интеллекта для создания учебных материалов на основе интеграции генеративных моделей искусственного интеллекта (ИИ), языка разметки Markdown и системы Quarto. Основной целью предложенного рабочего процесса является повышение эффективности и качества разработки учебных ресурсов за счёт автоматизации и обеспечения воспроизводимости результатов. Методология включает использование ИИ-ассистентов (например, chat.qwen.ai, chat.deepseek.com) для генерации текстов, программного кода и описаний диаграмм в формате Markdown, последующую интеграцию этих фрагментов в Quarto и трансформацию в исполняемые блоки. Особое внимание уделено подходу «диаграмма как код» (diagram-as-code) с применением языков Mermaid и TikZ. (пакет LaTeX). Результаты показывают, что предложенный рабочий процесс позволяет эффективно выявлять и корректировать галлюцинации ИИ, особенно в технических областях (например, SQL-диалекты) и визуальных представлениях (блок-схемы, графы).

**Обсуждение и заключение.** Практическая ценность заключается в ускорении создания интерактивных, проверяемых и многократно используемых учебных материалов для студентов.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, Markdown, Quarto, diagram-as-code, Mermaid, TikZ, воспроизводимые исследования, учебные материалы, генеративные модели

## Use of AI, Markdown Markup Language, and the “Diagram-as-Code” Approach in Creating Educational Materials in the Quarto System

**I. A. Kochergin**

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

Address: 1 Leninskie gory, Moscow 119991, GSP-1, Russian Federation

koch@econ.msu.ru

### Abstract

**Introduction.** Creating educational materials that include both source code and its execution results is exceptionally labor-intensive under the traditional approach, encompassing all stages of development, including correction and updating. A more efficient methodology is required.

When using generative AI systems as assistants for preparing teaching materials, there arises a necessity to verify correctness and convert content into the required formats—for presentations, documents, or interactive notebooks such as Jupyter Notebook.

**Materials and Methods.** The proposed approach employs tools and methodologies of Reproducible Research (RR).

**Results.** This article proposes a method for integrating artificial intelligence systems to create educational materials based on the integration of generative AI models, Markdown markup language, and the Quarto



publishing system. The primary goal of the proposed workflow is to enhance the efficiency and quality of educational resource development through automation and ensuring reproducibility of results. The methodology involves using AI assistants (e.g., chat.qwen.ai, chat.deepseek.com) to generate texts, code snippets, and diagram descriptions in Markdown format, followed by their integration into Quarto and transformation into executable code chunks. Special attention is given to the “diagram-as-code” approach, utilizing Mermaid and TiKZ (a LaTeX package). Results demonstrate that the proposed workflow enables effective identification and correction of AI hallucinations, particularly in technical domains (e.g., SQL dialects) and visual representations (flowcharts, graphs).

**Discussion and Conclusion.** The practical value lies in accelerating the creation of interactive, verifiable, and reusable educational materials for students.

**Keywords:** artificial intelligence, Markdown, Quarto, diagram-as-code, Mermaid, TiKZ, reproducible research, educational materials, generative models

---

## 1 Введение

Современное высшее образование сталкивается с необходимостью постоянного обновления учебных материалов, особенно в технических и аналитических дисциплинах, где быстро меняются инструменты, библиотеки и стандарты программирования. Одновременно с этим растёт доступность генеративных моделей искусственного интеллекта (Large Language Models, LLM), способных создавать тексты, код и визуализации по запросам на естественном языке. Однако прямое использование таких систем сопряжено с рисками: галлюцинации, некорректный синтаксис, ошибки в логике или устаревшие методы. В этой связи возникает потребность в методологии, позволяющей не только задействовать ИИ как инструмент ускорения разработки, но и встраивать в процесс проверку и верификацию получаемого контента.

В статье предлагается комплексный подход, объединяющий три ключевых элемента:

1. Генеративные ИИ-системы, доступные через веб-интерфейсы и работающие в формате Markdown;
2. Принцип «диаграмма как код», при котором визуальные элементы (блок-схемы, UML-диаграммы, BPMN и др.) описываются с помощью текстовых языков (Mermaid, TiKZ);
3. Система Quarto, обеспечивающая единый конвейер (pipeline) для компиляции markdown-документов с исполняемым кодом в конечные форматы: презентации, PDF, Word, веб-страницы.
4. Система позволяет создавать сразу комплект учебных материалов по одному набору исходных файлов
  - Презентацию для преподавателя
  - Интерактивный блокнот (Jupyter notebook, RMarkdown notebook) для студентов, чтобы они могли модифицировать и опробовать примеры
  - Для набора задач, где решением является программный код, одним параметром можно в файле заданий включить показ программного кода, для генерации файла решений, или отключить его, чтобы в файле заданий остались только формулировки задач и ожидаемая выдача программного кода
5. Такой подход позволяет совмещать скорость генерации ИИ с контролем качества, обеспечиваемым человеком, и воспроизводимостью результатов, свойственной научным публикациям.

В качестве примера 2 материала для студентов [22] и [21], созданные по описанной методологии примерно за 1,5 часа каждый, вместо обычных для такого объема работ 4–6 часов. Но исправление и совершенствование таких документов, и поддержание связанных с ними материалов происходит еще более впечатляюще просто и быстро, как перекомпиляция программы после исправления ошибки, Для использования предложенного порядка шагов необходимо на самом начальном уровне владеть языками R и Markdown. См.

## 2 Материалы и методы

Используется методология и инструментарий, известный под собирательным названием Reproducible Research (Воспроизводимые исследования). Этот подход был развит на основе идей Д. Кнута, а технический инструментарий был реализован Y. Xie см. [8], [1]. Основы языка R и использование RMarkdown и quarto описаны в книге [19].

Согласно этому подходу, код и результаты представлены в едином документе, который можно повторно собрать и проверить в любой момент. Это достигается за счёт тесного переплетения кода и сопровождающего пояснительного текста.

1. Формат Markdown служит универсальным промежуточным слоем. Он прост для чтения, поддерживается большинством ИИ-ассистентов и легко преобразуется в структурированный документ.
2. Язык Mermaid позволяет описывать диаграммы в текстовом виде: последовательности, flowcharts, класс-диаграммы и др. Аналогично, TiKZ в рамках LaTeX предоставляет мощные средства для создания точной научной графики.
3. ИИ-генерация: пользователь формулирует в промпте два типа заданий:

- а) «Создай учебный материал по теме X с примерами на Python/SQL/R...»;  
 б) «Создай блок-схему процесса Y в формате Mermaid».  
 Ответ ИИ копируется в редактор (VSCode или RStudio), совместимый с Quarto.  
 4. Интеграция с Quarto: блоки кода преобразуются из простого Markdown-вида:

```
```sql
select * from countries c
where region_id = 20;
```

в исполняемые фрагменты Quarto (code chunk):
```{sql}
select * from countries c
where region_id = 20;
```
```

5. После этого запускается сборка документа. Quarto выполняет код и встраивает результаты (таблицы, графики, текстовый вывод) непосредственно в итоговый документ.

```
select * from countries c
where region_id = 20;
```

| country_id | country_name             | region_id |
|------------|--------------------------|-----------|
| AR         | Argentina                | 20        |
| BR         | Brazil                   | 20        |
| CA         | Canada                   | 20        |
| MX         | Mexico                   | 20        |
| US         | United States of America | 20        |

Этот процесс позволяет преподавателю проверять и корректировать как текстовые объяснения, так и примеры кода и диаграмм до окончательной публикации, что особенно важно при работе со сложными или дисциплинарно-специфичными конструкциями.

### 3 Практические проблемы и их решение

Прямое использование ИИ в образовательных целях сталкивается с двумя ключевыми проблемами:

1. Галлюцинации в техническом коде. Например, ИИ может сгенерировать SQL-запрос, который корректен синтаксически, но использует конструкции, не поддерживаемые конкретной СУБД (например, рассчитывает на неявное преобразование типа, которое в данной СУБД не производится). В предложенном подходе преподаватель легко проверяет выполнение запроса и при необходимости вносит правки — и эти правки автоматически отражаются во всех форматах вывода.
2. Неточности в диаграммах. ИИ может сгенерировать схему логистической сети с неверными расстояниями между узлами или UML-диаграмму с некорректными связями между классами. Поскольку диаграмма задана в виде текстового кода (Mermaid/TiKZ), её можно быстро отредактировать, не перерисовывая визуально, а затем повторно собрать документ.

Таким образом, человеческий контроль сохраняется на этапе редактирования исходного Markdown-файла, но не требует ручного форматирования конечного документа — всё делает Quarto.

### 4 Пример рабочего процесса

Рассмотрим типичный сценарий создания фрагмента учебного пособия по анализу данных.

1. Преподаватель формулирует промпт:  
«Напиши краткое объяснение метода линейной регрессии. Приведи пример на Python с использованием библиотек pandas и scikit-learn. Добавь график с предсказанными и реальными значениями. Также создай блок-схему этапов моделирования в формате Mermaid».
2. ИИ возвращает ответ в формате Markdown с кодом Python и блоком Mermaid.
3. Преподаватель вставляет текст в файл .qmd, заменяет строки ```python, ```sql, ```mermaid на ```{python}, ```{sql}, ```{mermaid}, соответственно, (Quarto поддерживает Mermaid-диаграммы без дополнительных настроек и программ). Таким образом блоки кода markdown заменяются на исполняемые фрагменты (chunks) кода.
4. Запускается команда quarto render, и система генерирует PDF с:
  - пояснительным текстом,
  - таблицей с коэффициентами модели,
  - графиком рассеяния,
  - схемой этапов анализа.

Этот рабочий процесс мы можем изобразить на mermaid-диаграмме типа “flowchart” исходный код которой приведен ниже.

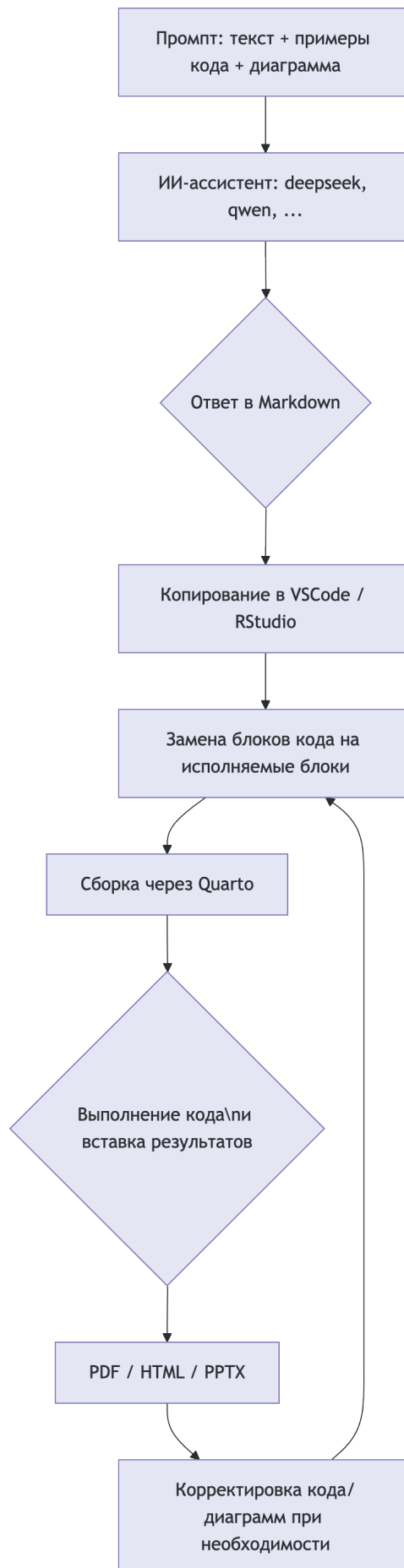


Рис. 1. Последовательность шагов при создании публикации

```

```{mermaid}
flowchart TB
  A[Промпт: текст + примеры кода + диаграмма] --> B[«ИИ-ассистент:
  deepseek, qwen, ...»]
  B --> C[Ответ в Markdown]
  C --> D[Копирование в VSCode / RStudio]
  D --> E[Замена блоков кода на исполняемые блоки]
  E --> F[Сборка через Quarto]
  F --> G[Выполнение кода\ни вставка результатов]
  G --> H[PDF / HTML / PPTX]
  H --> I[Корректировка кода/диаграмм при необходимости]
  I --> E
```

```

Если схема, график, диаграмма оказались неинформативным, можно изменить их исходный код — и при следующей сборке всё обновится автоматически.

## 5 Преимущества подхода

- Предложенный метод обладает следующими достоинствами:
- Эффективность: сокращается время на создание и форматирование материалов.
- Качество: обеспечивается проверка кода и логики на этапе сборки.
- Многоплатформенность: один исходный файл → множество конечных форматов.
- Долговечность: Markdown — устойчивый, текстовый формат, совместимый с системами контроля версий (Git).
- ИИ-ассистенты ориентированы на взаимодействие в текстовой форме, и использование подхода диаграмма-как-код позволяет получать изображения, которые легко корректируются под нужды автора и готово для встраивания в текст публикации.
- Интеграция с IDE: пользователь работает в привычной среде (VSCode, RStudio), что снижает порог входа.

## 6 Результаты исследования

Предложенный метод обладает следующими достоинствами:

- Предлагает удобный способ использовать сервисы, основанные на LLM, и проверять и корректировать сгенерированный код без использования локальных ИИ-агентов.
- Эффективность: сокращается время на создание и форматирование материалов.
- Качество: обеспечивается проверка кода и логики на этапе сборки.
- Генерация множество согласованных материалов, один исходный файл → множество конечных форматов. Исправления и обновления можно делать централизованно,
- Долговечность: Markdown — устойчивый, текстовый формат, совместимый с системами контроля версий (Git).
- Интеграция с IDE: пользователь работает в привычной среде (VSCode, RStudio), что снижает порог входа.
- Достигается лучшее повторное использование результатов наших усилий
- Методика позволяет получать комплект учебных материалов по одному набору исходных текстов

## 7 Обсуждение и заключение

Использование ИИ в сочетании с современными инструментами научной коммуникации (Quarto, Markdown, diagram-as-code) открывает новые возможности для преподавателей. Предложенный подход не заменяет педагога, а усиливает его, предоставляя «умный редактор» с возможностью автоматической верификации и генерации. Особенно он полезен при подготовке курсов по аналитике, программированию, эконометрике — дисциплинам, где важны как теоретические пояснения, так и практические примеры.

Перспективы дальнейших усовершенствований методики включают:

- разработку шаблонов учебных материалов под Quarto для экономических дисциплин;
- интеграцию с системами управления обучением (LMS)
- автоматическую генерацию тестов
- подстановку уникальных параметров при генерировании заданий
- интеграция с системами автоматической проверки заданий по программированию
- оценку педагогической эффективности таких материалов в сравнении с традиционными.

Таким образом, метод, описанный в статье, представляет собой практичный и масштабируемый инструмент цифровой трансформации высшего образования.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] Allaire JJ, Teague C, Xie Y, Dervieux C. 2022. Quarto. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.5960048>
- [2] Mermaid — Diagramming and charting tool. URL: <https://mermaid.js.org>
- [3] Till Tantau. The TiKZ and PGF Packages. 2023. URL: <https://ctan.org/pkg/pgf>
- [4] Sandve G.K. et al. Ten Simple Rules for Reproducible Computational Research // PLOS Computational Biology. 2013. Vol. 9, No. 10. DOI:10.1371/journal.pcbi.1003285
- [5] Radford A. et al. Language Models are Few-Shot Learners // Advances in Neural Information Processing Systems. 2020. Vol. 33.
- [6] Wickham H., Golemund G. R for Data Science. O'Reilly Media, 2016.
- [7] Knuth D.E. Literate Programming // The Computer Journal. 1984. Vol. 27, No. 2. P. 97–111.
- [8] Xie Y., Dervieux C., Riederer E. R Markdown: The Definitive Guide. Chapman and Hall/CRC, 2020.
- [9] Vaswani A. et al. Attention Is All You Need // NeurIPS. 2017.
- [10] Qwen Technical Report. Alibaba Cloud, 2024. URL: <https://qwen.ai>
- [11] DeepSeek Documentation. 2024. URL: <https://docs.deepseek.com>
- [12] Leisch F. Sweave: Dynamic Generation of Statistical Reports Using Literate Data Analysis // COMPSTAT 2002. P. 575–580. DOI:10.1007/978-3-642-57410-8\_47
- [13] Wilson G. et al. Good Enough Practices in Scientific Computing // PLOS Computational Biology. 2017. Vol. 13, No. 6. DOI:10.1371/journal.pcbi.1005510
- [14] Perkel J.M. Why Jupyter is data scientists' computational notebook of choice // Nature. 2018. Vol. 563. DOI:10.1038/d41586-018-07196-1
- [15] Kitzes J. et al. The Practice of Reproducible Research. University of California Press, 2018. DOI:10.1525/9780520970337
- [16] Stodden V. et al. Enhancing Reproducibility for Computational Methods // Science. 2016. Vol. 354, No. 6317. DOI:10.1126/science.aah6168
- [17] Лонг Дж., Титор П. Р. Книга рецептов: Проверенные рецепты для статистики, анализа и визуализации данных. ДМК Пресс 2020
- [18] Jassens J. Data Science at the Command Line. 2 ed. Онлайн-вариант <https://jeroenjanssens.com/dsacrl/>
- [19] Wickham H. et al. R for Data Science: Import, Tidy, Transform, Visualize, and Model Data. O'Reilly Media, 2023. Онлайн-вариант: <https://r4ds.hadley.nz/>
- [20] Moraga P. Spatial Statistics for Data Science: Theory and Practice with R, CRC Press, 2024
- [21] Кочергин И.А. Материал для студентов, созданный по описанной методологии: «Тренировка по PostgreSQL window functions – решения» <https://disk.yandex.ru/i/doHIRqmfYCVijQ>
- [22] Кочергин И.А. Материал для студентов, созданный по описанной методологии: «Базы данных: Работа с графами в PostgreSQL. Рекурсивный оператор WITH» <https://disk.yandex.ru/i/doHIRqmfYCVijQ>

## Об авторе:

**Кочергин Илья Андреевич**, ассистент, зам. зав. по научной работе кафедры экономической информатики экономического факультета, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (119991, Российская Федерация, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1), ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2146-3894>, [koch@econ.msu.ru](mailto:koch@econ.msu.ru)

## About the author:

**Ilya Andreevich Kochergin**, Assistant, Deputy Head for Research of the Department of Economic Informatics, Faculty of Economics, Lomonosov Moscow State University (1 Leninskie gory, Moscow 119991, GSP-1, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2146-3894>, [koch@econ.msu.ru](mailto:koch@econ.msu.ru)



## Особенности внедрения финансовых технологий в автоматизированной и цифровой экономике

**О. Г. Скузоватова**

ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», г. Оренбург, Российская Федерация

Адрес: 460000, Российская Федерация, г. Оренбург, ул. Ленинская, д. 50  
olg29081956@yandex.ru

### Аннотация

В статье, на примере нескольких разных отраслей, рассматриваются риски и вызовы системы цифрового первичного бухгалтерского учёта, возникающие в связи с приближением стандартов российского бухгалтерского и финансового учёта к международным стандартам, при внедрении в информационной среде цифровой экономики.

**Ключевые слова:** первичный бухгалтерский учёт, международные стандарты бухгалтерского учёта, автоматизированная экономика, цифровая экономика, закрытая вычислительная система, открытая вычислительная система, расчётный алгоритм, алгоритм заявительного характера, радиоэлектронное средство, «умный счётчик», «интеллектуальные системы учёта», внедрение цифровых технологий, Цифровой кодекс

## Features of the Financial Technologies Implementation in an Automated and Digital Economy

**O. G. Skuzovatova**

Plekhanov Russian University of Economics, Orenburg, Russian Federation

Address: 50 Leninskaya St., Orenburg 460000, Russian Federation  
olg29081956@yandex.ru

### Abstract

The article examines the risks and challenges of the digital primary accounting system by using several different industries examples, that arise as Russian accounting and financial reporting standards are aligned with international standards in the digital economy.

**Keywords:** primary accounting, International accounting standards, Automated Economy, Digital Economy, Closed computing system, open computing system, calculation algorithm, declarative algorithm, radio-electronic means, "smart meter", "intelligent accounting system", digital technologies introduction, Digital Code

### Терминология

**Риски** системы первичного бухгалтерского учёта в цифровой экономике – возможность возникновения ошибок в документах первичного учёта и закрепления их в документах аналитического и синтетического учёта в процессе цифрового документооборота, что ведёт к искажению бухгалтерской отчётности.

**Вызовы** системы первичного бухгалтерского учёта в цифровой экономике – проблемы в системе и технологиях первичного бухгалтерского учёта, возникающие в связи с системными изменениями в РСБУ, приближающими стандарты РСБУ к международным стандартам, основанным на иных базисных, технологических и концептуальных принципах.

**«Пакетные инвестиции»** – вложение финансовых средств на фондовом рынке в акции разных эмитентов сроком от нескольких минут до неопределённого срока.

**Автоматизированная экономика** – экономика, в которой предприятия и организации работают с использованием закрытых вычислительных систем по расчётным алгоритмам.

**Цифровая экономика** – экономика, в которой предприятия работают с использованием открытых вычислительных систем по коммерческим алгоритмам заявительного характера, в т.ч. с использованием цифровых технологий удалённого доступа и ИИ.

**Закрытая вычислительная система** работает внутри своего предприятия-владельца по программам, имеющим расчётные алгоритмы, проверенные технологами предприятия, и не имеет доступа в общественное цифровое пространство.

**Открытая вычислительная система** использует сторонние коммерческие программы с алгоритмами, имеющими заявительный характер, и имеет доступ в информационно небезопасное общественное цифровое пространство.

**РЭС** – радиоэлектронное средство, источник ЭМП (электромагнитных полей), на эксплуатацию которого накладываются требования и ограничения в соответствии санитарными нормами.

**ПУ ЭЭ (РЭС)** – радиоэлектронное средство удалённого доступа (в т.ч. неопределённого круга третьих лиц), прибор учёта электроэнергии с радио-модулем, применяемый с 01.01.2022 г. в соответствии с Правилами утв. ПП РФ N 890 от 19.06.2020 г., так называемый «умный счётчик».

**ПУ ЭЭ (не РЭС)** – прибор учёта электроэнергии без радио-модуля, применяемый до 01.01.2022 г. в соответствии с Правилами утв. ПП РФ N 354 от 06.05.2011 г.

**Верификация** – перекрёстный контроль данных при вводе двумя операторами.

**Электронные регистры первичного учёта** – записи электронной базы данных с информацией первичного учёта.

## Введение

Внедрение новых когнитивно-информационных техно-логий в финансовой сфере сталкивается с объективными рисками и вызовами. Они связаны как с теоретическими проблемами ведения бухгалтерского и финансового учёта в цифровой форме, так и с практическими трудностями, порождёнными отсутствием собственных операционных систем и технической базы электронной техники для эксплуатации в сфере учёта коммунальных услуг, имеющей многомиллиардные обороты. Целью исследования является выявление имеющихся рисков, вызовов и ошибок в цифровых финансовых технологиях на наиболее распространённых примерах коммунальной сферы.

**Теоретическое обоснование темы.** Первичный бухгалтерский учёт является началом и основой достоверности и управленческой ценности бухгалтерского, а затем финансового учёта в целом. В течение 30 последних лет система первичного бухгалтерского учёта претерпела значительные технологические изменения. От местного учёта по журнально-ордерной системе на небольшом непрофильном предприятии – владельце коммунального ресурса (которым могло быть, например, даже высшее учебное заведение-владелец котельной, снабжающей теплом студенческий городок с учебными корпусами, общежитиями и жилыми зданиями для преподавателей), произошёл гигантский скачок к учёту в огромном холдинге, владеющим регионами коммунальных сетей.

Исходная классическая система бухгалтерского учёта, восходящая к российским технологиям XIX века, была предназначена для владельцев производства и имела целью управление производством и его контроль, а впоследствии позволяла даже осуществлять его (производства) математическую оптимизацию, накапливая для этого необходимые данные. [4]

Технологически первоначально она велась в бумажной форме, по мемориально-ордерной, а затем по журнально-ордерной системе.

В середине XX века появилась автоматизированная система ведения бухгалтерского учёта, которую правильнее было бы называть на том этапе смешанной. Потому что учёт на предприятии часто проводился в бумажной форме. А сводный учёт на предприятиях холдинга осуществлялся в *закрытой вычислительной системе*, полностью исключавшей возможность каких бы то ни было ошибок и искажений.

Использовавшаяся в последние десятилетия до 2025 г. система РСБУ была предназначена прежде всего для расчёта и взимания налогов. Оптимизировать (математически) производство на её основе стало более затруднительно.

Входящая сейчас в действие система ФСБУ, в силу ещё большего приближения к Международным стандартам бухгалтерского учёта, несёт кроме технических *рисков* ещё и *вызовы*, связанные с концептуальными особенностями Международных стандартов бухгалтерского учёта.

Эти особенности вытекают из его базовых свойств, связанных с его происхождением, целями и задачами. Стандарты Международного бухгалтерского учёта имеют *финансовый базис*, они предназначены прежде всего для отражения движения капитала, в том числе (если не в первую очередь) международного.

В современной глобальной экономике имеется ряд стран, стремящихся к доминированию. Это обусловлено историческими предпосылками, базирующимися на империалистических отношениях между странами мира в XIX и XX в.в. В XIX веке доминирование метрополий базировалось в основном на военном присутствии метрополии в колонии и извлечении из колонии прежде всего непосредственно материальных выгод: золота и драгоценностей, дешёвого (в том числе рабского) труда, присвоенных полезных ископаемых. Уровень потребления среднего жителя Англии превышал уровень потребления среднего жителя Индии многократно.

В XX веке колонии превратились в номинально «свободные» доминионы. Вывозить из них в рамках приличий непосредственно материальные ценности стало затруднительно.

Поэтому появилась идея «международного движения капитала», позволявшая «снимать сливки» с плодородных недр и других ценностей стран, продолжавших оставаться фактически колониями, через «пакетные инвестиции». Уровень потребления жителей США (резиденции ФРС), в начале XXI века превышал уровень производства этой страны на 20-30 %, как указал президент В.В. Путин интервью-

ирующему его журналисту из США. Не знавший этого журналист не сумел скрыть вздох удовлетворения.

Адептами экономико-теоретической дисциплины «Макроэкономика» краткосрочные «пакетные инвестиции», с помощью которых пытаются привлечь на фондовый рынок средства миллионов некомпетентных желающих быстро разбогатеть, рассматриваются в качестве «капиталовложений». Хотя фактически они являются подверженными высокому риску спекуляциями. Потому что резкое «падение» рынка с убытками для миллионов местных инвесторов на фоне успешных «зафиксировать прибыль» иностранных спекулянтов – это и есть вывод колониальных ценностей в метрополию.

Что очень легко продемонстрировать, вспомнив известную пословицу: «Время – деньги». Срок отдачи реальных капиталовложений, например, в изготовление сапог, пирогов или «умных» чайников со свистком составляет не менее года в микропроизводстве, и до трёх – пяти и более лет в крупном производстве.

Поэтому «пакетные инвестиции» на срок от 1 часа до 1 года – это откровенные спекуляции, замаскированные таким способом именно для взаимодействия метрополии с колониями в рамках приличий. Финансовые спекуляции у всех времён и народов считались крайне негативным явлением. Они запрещались в истории человечества всеми крупнейшими религиями мира. На протяжении тысячелетий религии были основой не только мировоззрения, но одновременно содержали базовые постулаты взаимодействия людей в процессе хозяйственной деятельности. [5]

Концептуальные вызовы, приходящие вместе с новыми веяниями от конкурирующих систем (всем хочется быть метрополиями, но это невозможно не только практически, но даже и теоретически), влекут за собой ещё и технические риски, возникающие в новых технологиях учёта.

В настоящее время бухгалтерский учёт ведётся в *открытых вычислительных системах*, использующих сторонние коммерческие программы с алгоритмами, имеющими заявительный характер<sup>1</sup>, и имеют доступ в информационно небезопасное общественное цифровое пространство. Кроме того, при удалённом обслуживании клиента появляются риски искажения документов, а при его идентификации – риски кражи персональных данных (ПД), или скрытого использования их (ПД) в криминальных целях.

Это создаёт множество рисков возникновения технических ошибок и злонамеренных искажений в первичном цифровом учёте, что влечёт за собой возможности нарушения достоверности и управленческой ценности бухгалтерского учёта в целом.

Ниже описаны **проведённые практические исследования** достоверности первичного цифрового бухгалтерского учёта в нескольких отраслях коммунального обслуживания населения.

## Описание кейса № 1

Рассмотрим пример первичного учёта коммунальной услуги «электроэнергия» в условиях цифровой экономики в квартире, расположенной в многоквартирном доме (МКД) по адресу г. Оренбург, ул. Советская, д. 15 по технически обновлённым требованиям.

С **01.01.2022 г.**, Правила N 890 от 19.06.2020 г., впервые вводят понятие «*интеллектуальные системы учёта*»<sup>2</sup> и обязывают электро-снабжающие компании оснащать сети электроснабжения за свой счёт модернизированными приборами учёта электроэнергии, имеющими радио-модули, то есть так называемыми «умными счётчиками». Правила N 890 от 19.06.2020 г., регламентируют приобретение и эксплуатацию **поставщиком** ПУ ЭЭ **удалённого доступа**. По своей конструкции эти приборы являются РЭС (радиоэлектронными средствами). [1]

В разделе XIII СанПиН 2.1.3684-21 установлены санитарно-эпидемиологические требования к размещению и эксплуатации радиоэлектронных средств. Владелец РЭС, осуществляющий эксплуатацию РЭС, должен обеспечивать регулярное проведение производственного контроля ЭМП (электромагнитных полей), предусматривающего проведение инструментальных исследований уровней ЭМП. [3]

В связи с истечением срока поверки старого счётчика ЭЭ в квартире МКД по адресу ул. Советская, д.15, АО «ЭнергосбытПлюс» предлагает установить новый, модифицированный ПУ ЭЭ с радио-модулем, являющийся **удалённо управляемым РЭС** (радиоэлектронным средством) на старом открытом электро-щитке модели 1950-х годов, непосредственно в квартире, в 1 м от кровати ребёнка. И категорически отказывается установить на месте старого прибора точно такой же, новый, безопасный не модернизированный (без радио-модуля), или провести поверку старого счётчика.

Текущие требования АО «ЭнергосбытПлюс» являются изменением (модернизацией) существующих инженерных сетей электроснабжения в квартире. Поскольку ПП РФ N 354 от 06.05.2011 г., которому соответствуют инженерные сети квартиры, предусматривает использование в квартире ПУ ЭЭ БЕЗ радио-модулей: старый счётчик не имеет радио-модуля. ПП РФ N 354 от 06.05.2011 г. регламентирует приобретение и эксплуатацию **потребителем** ПУ ЭЭ **непосредственного**, а не удалённого **доступа**. [2]

<sup>1</sup> «Заявительный характер» знака ИСО, ГОСТ и т.п. – предприятие заявляет, что соответствующие требования качества продукции соблюдены, но никто эти заявления не контролирует и не проверяет.

<sup>2</sup> Не давая его бухгалтерского, юридического и экономического определения в указанном документе.

Кроме того, операции по проведению инструментальных исследований уровней ЭМП ПУ ЭЭ удалённого доступа АО «ЭнергосбытПлюс», имеющее для их проведения компетенции, инструменты и специалистов, должен осуществлять на своём оборудовании, в соответствии с балансовой принадлежностью. А не на частной жилой площади.

Таким образом, Правила N 890 от 19.06.2020 г., регламентируют приобретение и эксплуатацию **поставщиком** ПУ ЭЭ (РЭС) **удалённого** доступа. ПП РРФ N 354 от 06.05.2011 г. регламентирует приобретение и эксплуатацию **потребителем** ПУ ЭЭ (не РЭС) **непосредственного**, а не удалённого доступа.

Путница в этом вопросе - «вызов» новой учётной системы, **граничащий с риском ускорения депопуляции**.

Соответственно, АО «ЭнергосбытПлюс» следовало бы установить модернизированный ПУ ЭЭ удалённого доступа (РЭС) на своём распределительном оборудовании (в соответствии с балансовой принадлежностью), имеющемся на границе с каждым клиентом (в данном случае МКД). При сохранении в квартире потребителя старого ПУ ЭЭ непосредственного доступа для контроля переданных удалённо показаний.

Такая технология позволит продолжать вести верифицированный, перекрёстно контролируемый поставщиком и потребителем учёт, так как старый ПУ ЭЭ (не РЭС), оставшийся в квартире, позволит контролировать показания, передаваемые удалённо новым ПУ ЭЭ (РЭС) поставщику.

Это важно, так как почти все технические элементы этой системы - «интеллектуальной системы учёта» (не имеющей бухгалтерского и юридического определения), произведены за рубежом, с использованием так называемых «заявительных» систем менеджмента качества. То есть, имеют риски удалённого доступа посторонних неустановленных лиц к управлению «интеллектуальной системой учёта», и несанкционированного изменения данных первичных электронных регистров бухгалтерского учёта, являющихся основой достоверности и управленческой ценности бухгалтерского учёта в целом, что не допустимо.

## Описание кейса № 2

Рассмотрим пример первичного учёта транспортной услуги пассажирского транспорта в условиях цифровой и автоматизированной экономики на примере автобусного транспорта.

В **автоматизированной экономике** билет на автобус пассажиру выдавался в бумажном виде. В типографии печатались рулоны билетов с указанием номера рулона, который на билете назывался «серия». На билете имела информация о юридическом лице, ответственном за первичный учёт транспортной услуги: Минавтотранс, Минтранс РФ, ГУП; порядковый номер билета. И далее, его цена (когда появилась инфляция, а также разнообразие цен на разных маршрутах). Информацию о проданных за день билетах кондуктор подавал в автоматизированную систему учёта после окончания смены. Визуальный документальный перекрёстный контроль не допускал появления искажений в системе учёта.

Появление **цифровых технических средств** в виде транспортных терминалов и банковских, в том числе транспортных карт, используемых в технологии удалённого учёта, способствовало появлению нового макета автобусного билета. Первоначально на билете были указаны номер маршрута, номер рейса, номер терминала, выдавшего билет, наименование обслуживающего предприятия, дата и время поездки. А также остаток поездок по социальной транспортной карте.

А далее макет начал меняться в сторону сокращения имеющейся в нём цифровой информации.

Показанная на рисунке 1 серия подряд расположенных билетов демонстрирует, что в цифровой экономике реквизит «номер билета» не имеет экономического смысла «порядковый номер обслуженного клиента», необходимый для определения точного объема оказания услуги.

Номера, нанесённые на подряд следующие билеты, не имеют никакого экономического смысла. Они не являются порядковыми номерами обслуженных клиентов, так как идут не по порядку. И совершенно несомненно, что никакой коммерческий маршрут даже в городе-миллионнике не мог обслужить несколько миллиардов клиентов даже в течение года. Соответственно, этот реквизит носит неизвестный смысл, за-ложенный создателями программы учёта транспортных услуг, что недопустимо с точки зрения надзирающего над финансовыми операциями Министерства финансов.

Десятизначное числовое поле номера билета, свободно циркулирующее в информационно небезопасном общественном цифровом пространстве, видимо, кому-то всё же требуется.

Потому что, в наше время крупных городов и спальных районов в них, транспортными услугами постоянно пользуется подавляющее число населения. Соответственно, число документов о транспортных платежах, витающее в цифровых процессинговых сетях, соперничает с огромным числом документов о покупках. Но документы о покупках содержат существенные суммы и постоянно проверяются всеми сторонами. Транспортные документы клиентами, как правило, не проверяются. Это влечёт новые риски и вызовы.

Риски системы первичного учёта городских транспортных услуг связаны с потенциальными возможностями появления «серого» транспорта на популярных выгодных маршрутах в часы пик. Поскольку сейчас государственные контролёры в транспорте не работают, это просто. Таким образом, государство теряет часть налогов. Не случайно в городе Лондоне автобусы каждого маршрута имеют свои цвета.



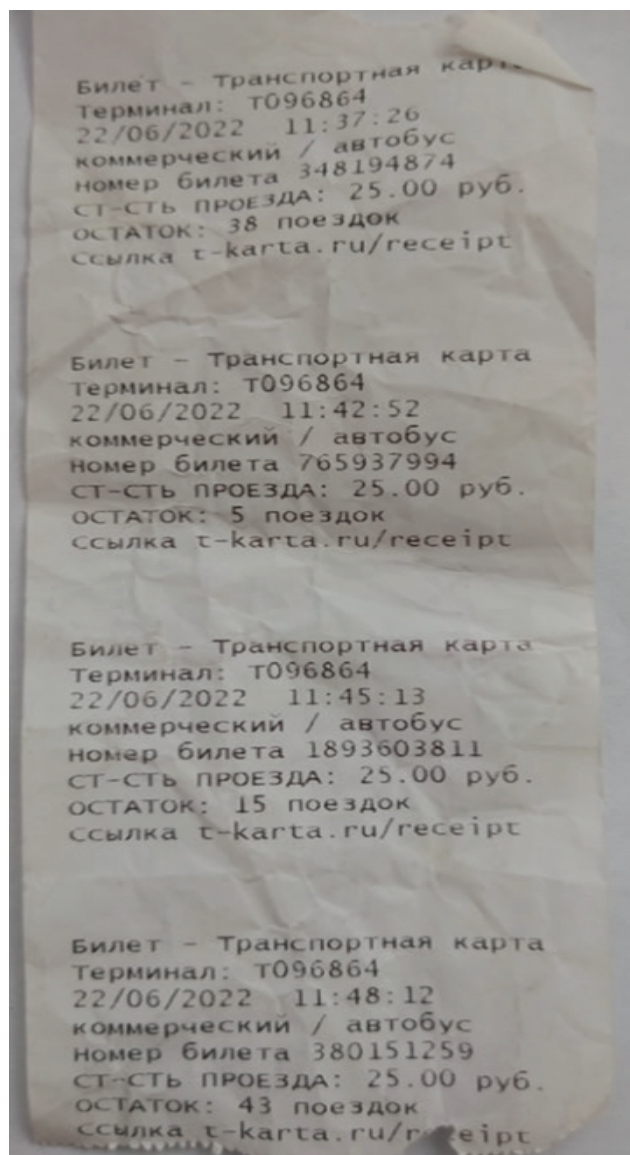


Рис. 1. Серия подряд расположенных билетов

**Вызовы** системы первичного учёта городских транспортных услуг порождены так же, как и в первом кейсе, новыми веяниями от конкурирующих систем. Практически все российские программные комплексы бухгалтерского учёта, входящие в системы управления крупными предприятиями, построены на иностранных платформах - СУБД (системах управления базами данных), о которых, порой нет полной документации. Это особенно распространено как раз в банковской сфере. И порождает фантастические версии о «потенциальных пользователях» абстрактных и абсурдных числовых полей «номер билета» и особенно «серия» в российской автотранспортной системе.

Например, такую: бенефициары «биткоина». Конечно, главные бенефициары этой финансовой пирамиды – владельцы крипто-бирж, продавцы энергоресурсов и специального оборудования. Но, «биткоин», считая себя деньгами, как-то должен быть связан с реальным денежным потоком. Если поток достаточно мощный и постоянный, извлекать из него маленький ручеёк, или даже небольшую речку старым проверенным способом «задержки платежей» на N суток в процессинговой системе, которую никто не контролирует в связи с её не поддающимися контролю гигантскими масштабами, не так сложно.

Все эти проблемы связаны с изменением технологии первичного учёта. В *автоматизированной экономике* документы первичного учёта подвергались перекрёстному контролю длинной цепочки специалистов. В *цифровой экономике* документы первичного учёта услуг пассажирского транспорта, как правило, не визуализируются. Разнообразные ошибки ведут как к возможной потере излишне списанных средств пассажиром, так и потере налогов государством.

Поэтому необходимо вносить в программы формирования регистров первичного учёта **автоматизированные расчётные алгоритмы проверки достоверности первичных данных**. Хотя бы «на уголок». А для этого они должны быть полными, т.е. содержать сведения: ИНН предпринимателя, номер маршрута, номер рейса, номер терминала, дату и время поездки, номер карты, сумму платежа, остаток поездок (если социальная карта дотируется из средств муниципалитета).



Особенно это важно в цифровой экономике, где бухгалтерская информация хранится в базах данных именно в виде первичных записей/документов. И даже при наличии процедур проверки и защиты имеющейся информации, процедуры контроля достоверности ввода первичной учётной информации могут отсутствовать.

Поэтому, в рамках инициативы создания «Цифрового Кодекса», следует, прежде всего, проработать технологии и алгоритмы формирования достоверной первичной документации в базах данных. Для получения далее достоверных результатов её обработки.

Цифровой Кодекс, имеющий юридический статус, приобретает особенно важное значение в условиях массового перехода клиентов разнообразных бухгалтерских учётных систем на удалённое обслуживание. В нём должны быть однозначно определены особенности удалённых технологий, имеющие риски возникновения искажений бухгалтерской информации в ходе её (информации) обработки, и меры по их предотвращению.

### Описание кейса № 3

Рассмотрим особенности первичного учёта услуги интернет-провайдера «Ростелеком» в условиях цифровой и автоматизированной экономики на примере оказания услуги «Домашний интернет» по тарифу 560 руб./месяц.

Данная услуга при наличии исправного оборудования (компьютер с интернет-адаптером, подключённым к РУ «Ростелеком») оказывалась без замечаний. 17 апреля интернет на компьютере перестал работать. Явившийся 18 апреля мастер «Ростелекома» установил, что с компьютера клиента исчез драйвер интернет-адаптера, то есть программа, которая непосредственно управляет оконечным устройством (расположенным на компьютере), подающим информацию из интернета на экран в виде читаемой картинки.

Мастер дал распоряжение клиенту самостоятельно восстановить эту программу на компьютере, так как устройство - интернет-адаптер – находится в компьютере, принадлежащем клиенту. И больше не приходил, несмотря на многочисленные повторные вызовы, формировавшиеся впоследствии в системе «автоматически», в связи с поступавшей от клиента информацией о не работоспособности сервиса. В ходе переговоров клиента, пытавшегося приостановить начисление платы за не оказываемую услугу, пока клиент пытается выяснить, как, куда и почему с его компьютера, имеющего 30 Гб системной информации, пропал именно драйвер интернет-адаптера, биллинговая система ПАО «Ростелеком», использующая технологии ИИ:

1. Проигнорировала 14 обращений клиента по поводу прекращения начисления платы за услугу, которая не оказывается. И самостоятельно, без согласия клиента, вносила в свой учёт отметку о восстановлении оказания услуги.
2. Начисляла плату за заведомо заранее не оказываемую, то есть заблокированную ею самой услугу, причём после сообщения об установлении блокировки.
3. Искажала сообщения клиента оператору горячей линии о периоде отсутствия сервиса: «с 17 апреля по текущую дату». Система по неизвестным мотивам указывала ложные краткие периоды внутри этого срока, хотя аппаратура поставщика позволяет точно определять натуральный объём услуги, оказанной клиенту ежедневно (при наличии услуги) в Гб трафика.
4. Позволила оператору горячей линии по итогам беседы с клиентом, возмущённым фиктивным долгом, начислить 29.07.2025 г. клиенту «бонусную» сумму 500 руб, не связанную с фактическим оказанием услуг, «с целью урегулирования разногласий», но при этом сообщила, что «мы не нашли оснований для проведения корректировки начислений».
5. Имея аппаратуру для точного учёта объёма оказанной услуги в Гб, не указывает эту информацию в счёте для клиента, в соответствии с п.5 ст. 9 ФСБУ 27/2021 «Документы и документооборот в бухгалтерском учёте».
6. Присылала СМС по чужим обращениям (339641356 от 30.04.25 г., 343903133 от 06.08.25 г., 343903340 от 11.08.25 г.).
7. Не отвечала и не отреагировала на обращения клиента (N 343623109 от 29.07.25 г. – прислать по почте подробный счёт с указанием начислений и перерасчётов в натуральных<sup>3</sup> и стоимостных единицах за период с апреля 2025 г.; N 343903685 от 06.08.25 г. – заявка на льготную (бесплатную) блокировку с 06.08.25 г. по 02.02.26 г.).
8. В Счёте для клиента не даёт расшифровку начислений за месяц: видов и объёма оказанных услуг, тарифа за услугу, а также видов, оснований и периодов проведённых перерасчётов. Это нарушение ФСБУ 27/2021 утв. приказом Минфина РФ N 62н от 16.04.2021 г., Правил утверждённых ПП РФ N 354 от 06.05.2011 г. и ч. 2 ст. 9 ФЗ «О бухгалтерском учёте».
9. Временную блокировку услуги, то есть период не оказания услуги предлагает за плату. А бесплатную блокировку называет «льготной», причём некоторые операторы скрывают её наличие от клиента.

<sup>3</sup> В соответствии с ч. 2 ст. 9 ФЗ «О бухгалтерском учёте».

Пункты 1, 2, 3, 4 этого перечня - это искажение фактов хозяйственной жизни, за которое несёт ответственность сотрудник, составивший и подписавший документ первичного бухгалтерского учёта, в соответствии со ст. 9 Закона «О бухгалтерском учёте». В биллинговой системе ПАО «Ростелеком», видимо, конкретные указания о таком сотруднике отсутствуют, что является очередным нарушением финансового законодательства.

В бумажном счёте за август 2025 г. (29356020013656082500125194), присланном по требованию клиента, имеется нерасшифрованная сумма фиктивного долга 890,64 руб. на 01.08.2025 г., по которой не указаны основания её расчёта. То есть, требования клиента о проведении выверки взаиморасчётов не выполнено.

Расчёт начисленной за август суммы 451,62 руб. с указанием натурального объёма полученной услуги в Гб отсутствует.

Перерасчёт за июль в сумме 90,32 руб. (не относящейся к взаиморасчётам с данным клиентом) включён в счёт за август по **чужому** обращению 343903133. Которое клиент не подавал, но о котором был извещён Ростелекомом СМС-сообщением от 06.08.25 года. Это вопиющее искажение первичного бухгалтерского учёта.

Наличие в бумажном счёте за август 2025 г., строк «Пени» (сумма +116,03 руб.) и «Перерасчёты по пени за август 2025 г.» (сумма -116,03 руб.) свидетельствуют о том, что ПАО «Ростелеком» осознаёт беспочвенность своих претензий и фиктивность долга, так как списал всю сумму пени.

Эта ситуация относится к *«цифровой экономике»*, **начавшейся с 2022 г., когда ПАО «Ростелеком» закрыл все офисы для обслуживания физических лиц.**

До 2022 г., в *«автоматизированной экономике»* можно было прийти в офис к **ответственному** оператору, имеющему доступ к лицевому счёту и профилю клиента, и оперативно решить с ним все возникшие проблемы. Причём, оператор имел определённый постоянный круг клиентов, получающих услуги на территории его ответственности, поэтому общие проблемы этого круга (авария и т.п.) знал.

В *«цифровой экономике»* появилась «горячая линия», недоработанная биллинговая система с «искусственным интеллектом», созданная на иностранной платформе, и безответственный некомпетентный оператор, предназначенный только для агрессивной рекламы.

**Безответственный** безфамильный многоликий «оператор» никаких полномочий и прав работать с клиентом не имеет. Он может лишь дать стандартную справку о платежах или составить «обращение». Что само по себе странно: ведь клиент уже разговаривает с сотрудником ПАО «Ростелеком». Куда ещё обращаться-то? Все эти безответственные «головы рекламного дракона» предназначены лишь для привлечения новых клиентов и сомнительных финансовых потоков от введения их (клиентов) в заблуждение.

Таким образом, мы обнаружили многочисленные риски и вызовы в системе первичного учёта услуг цифрового интернет-провайдера. Абстрактно-логически можно предположить, что незаконный денежный поток пытается сформировать: 1) непосредственно юридическое лицо; 2) должностные лица данного юридического лица; 3) сотрудники юридического лица; 4) посторонний криминал. То есть, в расширенном варианте этой фантазии, «Ростелеком» приобретает черты «зонтичного оператора», недавно изобретённого молодым ироничным клиентом, потому что вероятность всех четырёх вариантов отлична от нуля, и они могут существовать одновременно.

Пример печально известной энергетической компании Enron Corporation, прославившейся на весь мир скандалом с фальсификацией отчётности, и «утопившей» свою аудиторскую компанию Arthur Andersen, входившую в пятёрку крупнейших аудиторских компаний мира, подмочил репутацию *аудита*. Поэтому далее мы будем обсуждать классические методы *контроля и ревизии* в условиях автоматизированного учёта больших объёмов информации.

Проблему *взаимного подтверждения факта хозяйственной операции* может отследить специальная программа контроля взаимодействия клиента и оператора горячей линии. Которая в случае аномального роста числа обращений одного и того же клиента, должна передавать сведения в ревизионный отдел для выяснения ситуации специалистом, имеющим компетенции в работе с лицевым счётом клиента, а не только в информировании клиента по остатку задолженности и общим вопросам рекламного характера.

Проблема *начисления платы за не оказанную услугу* решается путём внесения в Счёт графы «начислено» в натуральных единицах, которая должна формироваться автоматически по показаниям специального измерительного оборудования. Только при неравенстве 0 данных этой графы, рассчитывается сумма долга в рублях.

Внесение в лицевой счёт изменений должно обязательно сопровождаться *информацией о лице, вносящем изменения*, в соответствии со всеми требованиями бухгалтерского законодательства. То есть, их (требования) надо исполнять. Поскольку в автоматизированной человеко-машинной системе всегда ошибается только человек, как показал пример Enron Corporation, средства контроля рутинных операций (хотя бы «на уголок») должны быть автоматизированы и заложены в технологию. А к выполнению операций должны допускаться только лица, прошедшие соответствующее обучение и несущие ответственность за их выполнение.

#### Описание кейса № 4

Рассмотрим пример идентификации клиента коммерческим банком в условиях цифровой и автоматизированной экономики, поскольку именно клиент является распорядителем при составлении первичного документа.

В *автоматизированной экономике* клиент, как правило, время от времени посещал свой банк лично. При этом операционист проводил идентификацию по паспорту, а зачастую, знал клиента в лицо. При необходимости выдать наличные деньги из кассы, идентификацию по паспорту проводили два сотрудника банка, в целях предотвращения внутреннего банковского мошенничества.

В *цифровой экономике* у клиентов появилась возможность осуществлять «удалённый» доступ к своим счетам через систему «Банк-клиент» или «Мобильный банк». При этом потребовалась удалённая идентификация клиента, так как необходимо подтверждать юридическую значимость его действий. Наибольшую популярность приобрёл «Мобильный банк», поэтому появился способ идентификации клиента через отправку *ему* на *его* смартфон СМС из «Мобильного банка», установленного на *его* смартфоне.

При использовании системы «Банк-клиент», эта система, установленная на его компьютере, высылала код доступа через СМС или на электронную почту клиента, которая открывалась *на этом же* устройстве.

С течением времени у многих, особенно крупных банков, появилась привычка идентифицировать явившегося лично с паспортом в коммерческий банк клиента через СМС, отправленную стоящему в банке с телефоном в руке клиенту операционистом банка (?) со своего компьютера (?). При этом операционист требует у клиента сообщить ему код из СМС.

Всё это происходит под плакатами с текстом: «Не разглашайте коды из СМС, полученные на свой смартфон!!!».

Коды из СМС, полученные Вами на смартфон от запущенного Вами на **своём** смартфоне сервиса, в который Вы хотите удалённо войти, предназначены для того, чтобы Вы их **молча** ввели на **своём** устройстве в окне ввода сервиса, в который Вы хотите войти. И всё.

В коммерческом банке с клиента, стоящего с паспортом в руке, требует код из СМС операционист, который вошёл в неизвестную клиенту программу/систему, выславшую код на телефон клиента. Далее он вводит полученный клиентом (смартфон которого привязан к Госуслугам) код из СМС в опять же неизвестную клиенту систему.

Последствия этого технологического разрыва в стиле «Мартышка и очки», не предвиденного изобретателем алгоритма «Способ доступа по коду из СМС», непредсказуемы.

Вплоть до фантастического варианта, возникшего в ходе обсуждения кейса N 2. О возможности формирования иностранными *открытыми вычислительными системами*, использующими коммерческие программы с алгоритмами заявительного характера, в информационно небезопасном общественном цифровом пространстве условий и возможностей для функционирования в нём (информационно небезопасном общественном цифровом пространстве) фактически криминальных финансовых пирамид «искусственных денег», не имеющих отношения к труду и реальной стоимости продуктов труда.

#### Описание кейса № 5

Рассмотрим в качестве примера данные об объектах недвижимости, зарегистрированных «Росреестром» в МКД по адресу г. Оренбург, ул. Советская, д. 15, поскольку этот пример невелик по размеру, но в силу исторических особенностей содержит разнообразные ошибки и неточности, по которым можно сформулировать наиболее полные алгоритмы контроля и ревизии регистрационных баз данных.

Данный имущественный комплекс является памятником истории и культуры, и состоит из двух зданий. Квартиры с 1 по 23 находятся в первом корпусе, выходящем на пер. Каширина, а квартиры с 30 по 52 находятся во втором корпусе, выходящем на ул. Советскую. Во втором корпусе также находится несколько технических помещений в подвале, которого в первом корпусе нет<sup>4</sup>.

Выявленные ошибки:

1. Задвоенные записи о здании: наличие двух записей с разными кадастровыми номерами о здании с одним адресом ( 56:44:0231012:140 и 56:44:0121012:435).
2. Записи, не имеющие экономического смысла: не соответствующие требованиям макета записи (56:00:0000000:28416, 56:44:0000000:31688, 56:00:0000000:8491, 56:44:0000000:28987).
3. Записи, не имеющие реального объекта (56:44:0231012:141, 56:44:0231012:142).
4. Задвоенные записи о помещении: кв. 8 (56:44:0231012:250, 56:44:0231012:407) и кв. 35 (56:44:0231012:115, 56:44:0231012:256).
5. Нет данных: не загружаются данные о кв. 13, и помещении 5, хотя в общем списке они присутствуют.
6. Неверно оформленные адреса о квартирах в записях одного дома:
  - в первом корпусе, выходящем на пер. Каширина, пять квартир имеют запись с адресом «Советская/

<sup>4</sup> Источником данных послужили сведения сайтов <https://egrn365.org/> и <https://egrp365.org/reestr?id=h0rSKx>, дата обращения 30.08.2023 г.

Каширина 15/14» (1, 2, 4, 5, 10), а оставшиеся квартиры в этом же здании имеют запись с адресом «Советская, д. 15»;

- записи с адресом Советская/Каширина 15/14 имеются в данных о квартирах 43 и 44, расположенных в здании второго корпуса с адресом Советская, д. 15 (кв-ры 24-52), которое расположено на ул. Советской и к пер. Каширина не относится.

7. Имеется запись о квартире 25, которая отсутствует в натуре (56:00:0000000:8491).

8. Неверно оформленный номер дома в адресе: корпус, выходящий на пер. Каширина, находится на земельном участке с номером 12. В результате прикрепления неизвестными лицами к этому зданию номера 14 по пер. Каширина, на этом переулке оказались рядом два здания с укрепленными на стенах табличками с номером 14: котельная ПАО «ТПлюс» и первый корпус здания с адресом Советская, д. 15 (кв-ры 1-23). При этом отсутствует здание с номером 12. Специалисты администрации города утверждают, что администрацией никакие изменения в адресацию на этой улице не вносились.

Таким образом, по имеющимся в натуре 43 объектам: 2 здания, 5 участков, 5 помещений, 16 квартир в первом корпусе и 15 квартир во втором корпусе, обнаружено 67 записей, при этом по трём объектам нет данных. Отсюда можно сделать вывод, что  $67+3-43=27$  записей являются ошибочными, что составляет 62,8% от числа исследуемых объектов.

При этом в макете записи предусмотрены сведения об ответственном специалисте, который эту запись сформировал или изменил. Однако, фактически заполнена она в редких случаях.

Обращение к электронной базе ФИАС на сайте ФНС показало, что в большинстве записей об адресных объектах этого имущественного комплекса (квартирах) отсутствует информация о кадастровом номере, в том числе и по адресу здания Советская, д. 15.

А в электронной базе ГИС ЖКХ вместо кадастрового номера здания почему-то фигурирует кадастровый номер земельного участка.

Достоверность информации регистрационных баз данных, сведения которых формируют персональные данные гражданина или юридического лица, носит существенно важный характер и является предметом экономической и государственной безопасности.

Поэтому необходимо вносить в программы формирования электронных регистров первичного учёта **автоматизированные расчётные алгоритмы проверки достоверности первичных данных**. Особенно это важно в цифровой экономике, где бухгалтерская информация хранится в базах данных именно в виде первичных документов. И даже при наличии процедур проверки и защиты имеющейся информации, процедуры контроля достоверности первичной учётной информации могут отсутствовать.

Эти результаты свидетельствуют о необходимости разработки и внедрения во всех подразделениях федеральных, региональных и муниципальных органов, использующих регистрационные базы данных, имеющие юридическую значимость, адекватной технологии ввода, контроля и ревизии обрабатываемой информации, в том числе перекрёстного, между взаимосвязанными по экономическому смыслу БД различных ведомств.

Представляется, что наиболее рациональным способом решения этой задачи является:

- 1) Использование глобального уникального идентификатора дома по ФИАС (сайт: [nalog.gov.ru](http://nalog.gov.ru)) и кадастрового номера объекта недвижимости по «Росреестру» (сайт: [rosreestr.gov.ru](http://rosreestr.gov.ru)) совместно для контроля во всех документах по объекту, генерируемых различными государственными и квазигосударственными органами с использованием каких-либо частных узкоспециализированных программных комплексов.
- 2) Допуск к работе с регистрационными базами данных только обученных на специальных курсах в аккредитованных учебных заведениях сертифицированных специалистов, имеющих профильное базовое образование и несущих юридическую ответственность за свои действия. [6]

## Обсуждение и заключение

Таким образом, проведённые нами исследования позволили выявить существенные проблемы, имеющиеся в настоящее время в области внедрения современных цифровых технологий в финансовой сфере.

«Искусственный интеллект», созданный с целью сочинения (генерации) текстов, картинок, аудио и видео для индивидуальной рекламы в интернете, уже заработал миллиарды долларов, оказывая в основном услуги по выполнению студенческих и школьных заданий. Их выполнение третьими лицами общепринято в странах происхождения этой технологии.

Однако, использование таких подходов в практическом бухгалтерском учёте, являющемся основой всех финансовых технологий, как видим, приводит к массовым ошибкам и ничем не ограниченным потерям финансовых средств, как населением, так и государством.

Автор более девяти лет трудился в автоматизированной экономике, в отделе внедрения крупного областного информационно-вычислительного центра, работавшего в аграрной сфере. Он обслуживал многочисленных и разнообразных клиентов в режиме off-line: получал первичные бухгалтерские документы, вводил в вычислительную систему, обрабатывал и выдавал результат в виде бумажных сводных и аналитических документов. В которых не было ни единой ошибки никакого типа. Потому что это предприятие вычислительной отрасли использовало только расчётные алгоритмы с матема-



тически обоснованным результатом. А до 70% его персонала занимались всесторонним контролем всех этапов вычислений, проводимых в соответствии с нормативными документами Министерства финансов.

Современные цифровые «облачные технологии» и крупные дата-центры отчасти напоминают этот процесс. Первый, уже исторический, этап: группа специалистов с персональными компьютерами, хранящими всю документацию небольшой фирмы, персонально ответственная за достоверность результатов - давно миновал. Укрупнение вычислительных технологий и передача всех функций общения с клиентом и ведения первичного учёта недоработанному «искусственному интеллекту» и отсутствие систематизированного документированного контроля на всех этапах вычислений порождает неуправляемый рост процента ошибочности в финансовых и государственных документах, каковыми являются данные «Росреестра». То есть огромные потери частных и государственных средств.

Алгоритм компьютерного программного комплекса, называемого «искусственный интеллект», носит игровой вероятностный характер и применяется к массовым явлениям.

Бухгалтерский учёт и базирующийся на нём финансовый учёт носят расчётный характер, применяются к конкретным событиям хозяйственной жизни и жёстко регулируются Стандартами бухгалтерского учёта, которые предполагают использование только четырёх арифметических действий.

Даже математическая статистика, применяющаяся к массовым явлениям и использующая теорию вероятностей, имеет расчётный характер и прозрачную логику.

Рекомендации «искусственного интеллекта», являющегося «чёрным ящиком», имеющие вероятностный игровой характер и непрозрачную логику, не могут применяться в жёстко регламентированных Министерством финансов и четырьмя правилами арифметики программных комплексах бухгалтерского и финансового учёта.

Утверждение «искусственный интеллект думает» абсурдно. Процесс мышления носит аргументированный характер, имеющий прозрачную логику и гуманистическую цель. Человеку, который не может логически последовательно и аргументированно обосновать свои действия и утверждения, ставят психиатрический диагноз.

«Искусственный интеллект» - это бессмысленная и бесцельная для клиентов этого программного комплекса игра в гигантский пазл с непредсказуемыми результатами. Для бенефициаров «ИИ», с учётом десятков миллионов желающих получить диплом без труда, или чужими руками сделать красивую рекламу, чтобы втюхать потребителю товар сомнительного качества - конечно, нет. Про доходы владельцев криптобирж, производителей электроэнергии и специального оборудования для майнинга не будем говорить.

Агрессивная, массированная, финансируемая из-за рубежа реклама иностранного программного обеспечения, носящего тотально заявительный характер<sup>5</sup>, направлена на подрыв российского образования, являющегося фундаментом будущего страны. А также подрыв российской финансовой системы через использование абстрактных финансовых «глюков» в виде «биткойна», не имеющих отношения к труду и производству материальных ценностей. А представляющих собой очередную финансовую пирамиду.

Правда, по определению, деньги – это просто соглашение между людьми. Можно теоретически представить, что «биткойн» может на короткий срок (до быстрого разрушения производства во всём мире) стать деньгами, если с этим согласятся **все**. Но на долгий срок это ему не удастся. Потому что деньги, помимо признания их таковыми всеми пользователями, должны ещё выполнять свои основные функции: быть мерой стоимости, обменным эквивалентом и самое главное, устойчивым средством накопления.

Пока рекламодатели «искусственного интеллекта», поражают воображение обывателя, порождая ничем не обоснованную веру в могущество и непогрешимость этих технологий, которые «скоро полностью заменят разум человека», специалистам, видимо, следует уделять больше внимания расчётным алгоритмам. А также встроенным расчётным алгоритмам ревизии и контроля информации в автоматизированных финансовых проектах, особенно в тех, которые связаны с многомиллионной аудиторией коммунальных служб.

### Список использованных источников

- [1] Постановление Правительства РФ от 19.06.2020 N 890 (ред. от 30.12.2022) «О порядке предоставления доступа к минимальному набору функций интеллектуальных систем учёта электрической энергии (мощности)».
- [2] Постановление Правительства РФ N 354 от 06.05.2011 г.
- [3] СанПиН 2.1.3684-21 от 01.03.2021, раздел XIII.
- [4] Скузоватова О.Г. «ЭВМ выдаёт плановые варианты» // Жур. «Уральские Нивы», N7, 1989 г.
- [5] Скузоватова О.Г. «Место концепции православного банка в современной финансово-экономической теории» // «Экономический журнал» N 1(41) 2016, М., РГГУ, ISSN 2072-8220. - стр.64-85.

<sup>5</sup> Заявительный характер – автор программы заявляет, что она работает правильно. Никто этого не проверяет, или проверить просто не может.



- [6] Скузоватова О.Г. «К истории развития статистических методов исследования экономических данных» в сб. «Статистическое образование в России: интеллектуальный анализ данных» : материалы международной конференции (конгресса); Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2023. –708 с. ISBN 978-5-7410-3173-5.

**Об авторе:**

**Скузоватова Ольга Геннадьевна**, доцент Оренбургского филиала, доктор экономических наук, ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» (460000, Российская Федерация, г. Оренбург, ул. Ленинская, д. 50), [olg29081956@yandex.ru](mailto:olg29081956@yandex.ru)

**About the author:**

**Olga G. Skuzovatova**, Associate Professor of the Orenburg branch, Dr. Sci. (Econ.), Plekhanov Russian University of Economics (50 Leninskaya St., Orenburg 460000, Russian Federation), [olg29081956@yandex.ru](mailto:olg29081956@yandex.ru)

## Комплекс виртуальных тренажеров и симуляторов как цифровой образовательный ресурс в военной подготовке

**Е. Н. Ливак**

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, г. Гродно, Республика Беларусь

Адрес: 230023, Республика Беларусь, г. Гродно, ул. Ожешко, д. 22

livak@grsu.by

### Аннотация

В статье представлены результаты реализации серии инновационных проектов (2021-2024) по созданию и внедрению в образовательный процесс военного факультета комплекса виртуальных тренажеров и симуляторов для изучения некоторых образцов военной техники. Проекты выполнены силами межфакультетских временных научных коллективов ГрГУ им. Янки Купалы, объединявших преподавателей и студентов военного факультета и факультета математики и информатики. Описана методология, основанная на использовании межплатформенных сред разработки компьютерных 3D-игр Unity и Unreal Engine, обеспечивающая высокую детализацию 3D-моделей, интерактивность и геймификацию обучения. Приведены данные, подтверждающие повышение эффективности образовательного процесса, решение проблемы дефицита дорогостоящих образцов вооружения и формирование уникальной цифровой образовательной среды. Рассмотрены перспективы тиражирования опыта и коммерциализации разработок. Проекты соответствуют приоритетным направлениям развития цифровых технологий в Республике Беларусь.

**Ключевые слова:** виртуальный тренажер, виртуальный симулятор, образовательные ресурсы, IT-образование, Unity, Unreal Engine, 3D-моделирование, геймификация, военная подготовка, инновационный проект, лучшие практики

## The Complex of Virtual Trainers and Simulators as a Digital Educational Resource in Military Training

**A. N. Livak**

Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Republic of Belarus

Address: 22 Ozheshko St., Grodno 230023, Republic of Belarus

livak@grsu.by

### Abstract

The article presents the results of a series of innovative projects (2021-2024) focused on the development and implementation of a complex of virtual trainers and simulators for studying specific models of military equipment at the Military Faculty. The projects were carried out by inter-faculty temporary research teams of Yanka Kupala State University of Grodno, which united teachers and students from the Military Faculty and the Faculty of Mathematics and Informatics. The described methodology is based on the use of cross-platform computer 3D game development environments, Unity and Unreal Engine, which ensures high detail of 3D models, interactivity, and gamification of learning. Data confirming the increase in the educational process efficiency, the solution to the problem of the shortage of expensive weaponry samples, and the formation of a unique digital educational environment are provided. The prospects for replicating the experience and commercializing the developments are considered. The projects correspond to the priority areas of digital technology development in the Republic of Belarus.

**Keywords:** virtual trainer, virtual simulator, educational resources, IT education, Unity, Unreal Engine, 3D modeling, gamification, military training, innovative project, best practices

## Введение

Современное образование, в том числе в области военной подготовки, немыслимо без использования информационных технологий. Одной из наиболее эффективных форм такой интеграции являются виртуальные тренажеры и симуляторы, позволяющие в деталях изучить сложные технические устройства и отработать практические навыки в безопасной и контролируемой среде [1, 2]. Однако на рынке Республики Беларусь и стран СНГ наблюдается дефицит подобных решений для многих эксплуатируемых образцов вооружения, что актуализирует задачу их собственной разработки.

В Гродненском государственном университете имени Янки Купалы (ГрГУ им. Янки Купалы) были успешно реализованы инновационные проекты по созданию комплекса цифровых образовательных ресурсов для военного факультета. Целью данной статьи является обобщение опыта, методологии и результатов этой работы, которая может быть рассмотрена как лучшая практика в области военного ИТ-образования и создания современных образовательных ресурсов.

## Методология и организация работы

Организационной основой для выполнения работ стало создание временных научных коллективов, в которые вошли преподаватели и студенты военного факультета (как эксперты в предметной области) и факультета математики и информатики (как разработчики). Общая численность команд в разные годы составляла от 5 до 9 человек.

В качестве основной среды разработки был использован игровой движок Unity, что обусловлено его кроссплатформенностью, мощными возможностями для 3D-визуализации и наличием активного сообщества разработчиков. Для развития проектов с целью увеличения производительности и снижения системных требований к оборудованию использовался Unreal Engine.

Для каждого проекта был применен единый жизненный цикл, включавший:

1. формирование детальных технических требований к 3D-моделям и функционалу;
2. разработку и оптимизацию высоко детализированных 3D-моделей всех узлов и механизмов;
3. проектирование и прототипирование интерфейса и логики работы симулятора/тренажера;
4. программную реализацию, включая интеграцию 3D-моделей, программирование интерактивности и игровых механик;
5. тестирование и отладку с привлечением конечных пользователей – курсантов и преподавателей военного факультета;
6. внедрение в учебный процесс и сопровождение.

Образовательный контекст. Следует отметить, что работа над проектами стала неотъемлемой частью ИТ-образования студентов. На факультете математики и информатики для подготовки студентов по специальностям «Программное обеспечение информационных технологий» («Программная инженерия») и «Прикладная математика» была обновлена учебная программа и содержание дисциплины «Компьютерная графика», введена дисциплина вузовского компонента «Введение в программирование игр», а также создан научный студенческий кружок «Разработка игровых приложений средствами Unity», что позволило вовлекать студентов в проекты на системной основе.

## Реализованные проекты и образовательные ресурсы

За период 2021-2024 годы был создан и внедрен в учебный процесс комплекс из пяти виртуальных тренажеров и симуляторов.

1. Виртуальный симулятор ПЗРК «Игла» - для изучения устройства и принципов работы переносного зенитного ракетного комплекса;
2. Виртуальный симулятор ВПХР - для изучения устройства и принципов работы войскового прибора химической разведки;
3. Виртуальный тренажер ПЭП 1Л15-1 - для обучения работе на переносном электронном планшете;
4. Виртуальный тренажер ПСНР-5К - для изучения устройства и отработки навыков работы с переносной станцией наземной разведки. Особенность – симуляция многошаговой процедуры включения (14 шагов) и работа с пультом управления, содержащим 28 переключателей;
5. Виртуальный симулятор БРМ-1К - для изучения элементов разведывательной аппаратуры боевой разведывательной машины, который включает 3D-модели таких узлов, как дальномер ДКРМ-1, преобразователь тока, подъемный и защитный механизмы приемопередатчика.

Разработанные программные продукты позволяют представить каждое устройство в целом и его отдельные узлы в виде 3D цветных достоверных изображений, обеспечить симуляцию работы с ними, включая выполнение тренирующих упражнений и требуемых нормативов по включению приборов, настройке и применению.

Подчеркнем, каждый продукт представляет собой интерактивное приложение, позволяющее

- изучать образец в сборе и в разобранном виде;
- интерактивно манипулировать отдельными узлами и механизмами;
- отрабатывать практические навыки (включение, настройка) в соответствии с реальными инструкциями учебно-методической и технической документации;

проходить тренировочные задания и нормативы в геймифицированной форме.

## Результаты и обсуждение

Разработанные программные продукты и их внедрение в образовательный процесс оказали комплексное воздействие.

Образовательная эффективность. Внедрение комплекса виртуальных симуляторов и тренажеров позволило решить ключевую проблему – дефицит физических образцов вооружения. Констатируем, что значительная часть образцов вооружения, применяемых в учебном процессе в военно-учебных заведениях и на военных кафедрах/факультетах в высших учебных заведениях, находится на этапе прогрессирующего старения, что создает большие проблемы в обеспечении практических занятий работоспособной техникой, ее обслуживании и ремонте. По оценкам, например, до внедрения тренажера ПСНР-5К на группу из 24 обучающихся приходился 1 или 2 образца, а длительность обучения базовым компетенциям одного обучающегося на одном образце составляла 80 минут.

Повышение мотивации. Геймификация и интерактивный формат вызвали повышенный интерес у курсантов военного факультета и студентов университета, обучающихся на военной кафедре.

Гибкость обучения. Появилась возможность проводить занятия в удаленном формате, реализовывать самостоятельную подготовку и индивидуализировать обучение.

Качество усвоения. По результатам внутреннего мониторинга отмечен рост таких показателей, как скорость и точность отработки практических навыков, а в целом – глубина, системность и прочность усвоения знаний. Таким образом, повышается качество подготовки специалистов на военном факультете ГрГУ им. Янки Купалы.

Экономический и инфраструктурный эффекты. В числе ключевых эффектов следующие:

- прямая экономия. Достигнута прямая экономия затрат на закупку, обслуживание и ремонт дорогостоящих образцов вооружения;
- косвенная экономия. Снижена зависимость от внешних поставщиков программно-аппаратных комплексов и их дорогостоящего сопровождения;
- создан уникальный для Республики Беларусь цифровой образовательный ресурс, не имеющий коммерческих аналогов;
- сформирован центр компетенций в области разработки виртуальных симуляторов/тренажеров на базе ГрГУ им. Янки Купалы;
- совместная работа студентов и преподавателей из разных предметных областей доказала свою высокую эффективность как для решения прикладных задач заказчика, так и для качественной практико-ориентированной подготовки ИТ-специалистов.

## Перспективы развития

Отметим возможности тиражирования методологии, коммерциализации программных продуктов и дальнейшего развития.

Разработанная методология позволяет создавать виртуальные симуляторы/тренажеры для любых других образцов техники. Программные продукты обладают высоким потенциалом для реализации другим военно-учебным заведениям и частям Вооруженных Сил.

В настоящее время продолжается работа над внедрением элементов дополненной реальности (AR) и разработкой системы защиты для охраны интеллектуальной собственности (защита от нелегального копирования и несанкционированного доступа) в условиях эксплуатации с ограниченным сетевым доступом (из-за ограничений на использование сети Интернет, а иногда и корпоративных сетей в военно-учебных заведениях и воинских частях).

## Заключение

Представленный комплекс цифровых виртуальных симуляторов и тренажеров некоторых образцов военной техники служит наглядным примером того, как современные информационные технологии и средства трансформируют традиционное образование, создавая новые, эффективные и доступные образовательные ресурсы, мотивирующие обучающихся.

Полученный опыт демонстрирует успешную модель интеграции ИТ-разработок в образовательный процесс для создания высокотехнологичных учебных ресурсов.

Цифровая трансформация военного образования является одним из приоритетов развития оборонного потенциала государства, и университеты способны вносить вклад в решение этой задачи, создавая высококачественные цифровые образовательные ресурсы.

## Благодарности

Автор – руководитель проектов – выражает благодарность руководству ГрГУ им. Янки Купалы и лично ректору И.Ф. Китурко за поддержку и финансирование проектов из средств Фонда инновационного развития университета; проректору по учебной работе (в то время – начальнику военного факультета) Л.Ю. Павлову за прогрессивную основополагающую идею и активное содействие на первом этапе, а также всем исполнителям – членам научных коллективов – преподавателям и студентам, чей энтузиазм и компетенции позволили достигнуть представленных результатов.

### **Список использованных источников**

- [1] Кадан, А.М. Использование виртуальных лабораторий в подготовке специалистов по защите информации / А.М. Кадан, Е.Н. Ливак // Комплексная защита информации. – 2019. – С. 178-181.
- [2] Ливак, Е.Н. От электронного учебного контента к цифровому // Университет - территория опережающего развития. – 2020. – С. 291-294.

### **Об авторе:**

**Ливак Елена Николаевна**, доцент кафедры системного программирования и компьютерной безопасности, кандидат технических наук, доцент, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы (230023, Республика Беларусь, г. Гродно, ул. Ожешко, д. 22), livak@grsu.by

### **About the author:**

**Alena N. Livak**, Associate Professor of the Chair of System Programming & Information Security, Yanka Kupala State University of Grodno (22 Ozheshko St., Grodno 230023, Republic of Belarus), livak@grsu.by



## Проблема оценивания знаний, умений, навыков студентов в условиях цифровой трансформации образования

Г. В. Кузенкова\*, Н. В. Шестакова, А. В. Грезина

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», г. Нижний Новгород, Российская Федерация

Адрес: 603022, Российская Федерация, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23

\* kuzenkovagv@mail.ru

### Аннотация

Продолжающийся процесс цифровой трансформации в области образования приводит к неоднозначным результатам. Вместо ускорения решения задач за счет автоматизации рутинных действий необоснованное применение цифровых инструментов приводит к возникновению системных пробелов в знаниях обучающихся. В работе представлен обзор практики применения инструментов искусственного интеллекта (ИИ) в процессе обучения, описано проведение исследования образовательных моделей поведения студентов, а также отношения студентов и преподавателей к применению в учебной деятельности инструментов искусственного интеллекта. Результаты исследования показывают, что наиболее распространенной моделью образовательного поведения студентов является транзакционная модель (немногим более 40%), тогда как более успешные модели образовательного поведения (исследовательскую и трансформационную) демонстрируют 22% и 23 % респондентов, в группу инерционной модели входят 13% обучающихся. Несмотря на то, что большая группа студентов придерживается исследовательской и трансформационной моделей образовательного поведения, масштаб применения технологий искусственного интеллекта для выполнения самостоятельных учебных работ достаточно велик. Студенты как младших, так и старших курсов указывают одинаковые цели в применении технологий искусственного интеллекта: написании текстовых ответов по разным дисциплинам и при подготовке презентационных материалов по дисциплинам. В работе сформулированы задачи для дальнейшего совершенствования образовательного процесса.

**Ключевые слова:** цифровая трансформация образования, модель образовательного поведения, инструменты искусственного интеллекта в образовании, проблема оценки ЗУН

## The problem of assessing students' knowledge, skills, and abilities in the context of digital transformation of education

G. V. Kuzenkova\*, N. V. Shestakova, A. V. Grezina

National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Address: 23 Prospekt Gagarina, Nizhny Novgorod 603022, Russian Federation

\* kuzenkovagv@mail.ru

### Abstract

The ongoing digital transformation in education is yielding mixed results. Instead of accelerating problem-solving through the automation of routine tasks, the inappropriate use of digital tools is creating systemic gaps in students' knowledge. This paper presents an overview of the application of artificial intelligence (AI) tools in education, describes a study of student learning behavior patterns, and examines student and faculty attitudes toward the use of AI tools in learning. The study's results indicate that the most common student learning behavior pattern is transactional (just over 40%), while more successful learning behavior patterns (exploratory and transformational) are demonstrated by 22% and 23% of respondents, respectively. The inertial model group accounts for 13% of students. Despite the fact that a large group of students adhere to the exploratory and transformational learning behavior patterns, the scale of application of AI technologies for independent learning is quite extensive. Both junior and senior students cite similar goals for using artificial intelligence technologies: writing text responses in various subjects and preparing presentation materials for these subjects. The paper outlines objectives for further improvement of the educational process.

**Keywords:** digital transformation of education, educational behavior model, artificial intelligence tools in education; the problem of assessing knowledge, skills, and abilities

## Введение

Цифровая трансформация обучения направлена на персонализацию обучения, повышение мотивации обучающихся, оптимизацию работы преподавателей и администрации. Основная цель этого процесса создать условия для эффективного усвоения необходимых предметных знаний, умений и навыков обучающимися в условиях определенной образовательной программы, организуемой учебным заведением в определенной образовательной среде, включающей множество компонентов (от электронных курсов на LMS и иных учебных и методических материалов до удобных сервисов взаимодействия со всеми участниками учебного процесса) [1, 2, 3]. По всему миру наиболее интенсивно внедряются в образовательный процесс технологии искусственного интеллекта [4, 5] на всех уровнях обучения, представленных как помощниками или ИИ-агентами, чат-ботами, так и высокоинтеллектуальными образовательными системами [6-8]. ИИ позволяет выявлять скрытые закономерности и предсказывать успехи или трудности обучающихся на основе их предыдущих достижений [9, 10], получать помощь в любое время и формировать стратегию адаптивного обучения [11, 12], выяснять эмоциональное состояние и мотивацию обучающихся [13]. В работе [14] исследована эволюция ИИ в образовании на основе статей, опубликованных с 1990 года по 2023 год из академических баз данных. Авторы показывают, что эволюцию применения ИИ в образовании можно представить, как последовательность сменяющих друг друга моделей: 1) ученик как реципиент, при этом ИИ предоставляет знания в предметной области и направляет процессы обучения; 2) ученик как партнер, ИИ служит вспомогательным инструментом для персонализированного обучения; 3) ученик как лидер, ИИ выступает инструментом для расширения возможностей человеческого интеллекта. В работе [14] справедливо указываются положительные стороны применения технологий искусственного интеллекта, но отмечается, что ИИ пока не помогает в развитии навыков критического мышления, решения проблем, творчества и управления знаниями. Однако в мире делаются попытки выявить ключевые факторы, которые максимизируют эффективность ИИ в области развития навыков 4С (критическое мышление, общение, сотрудничество и творчество) [15]. Следует отметить еще важный аспект – отсутствие должного взаимодействия между разработчиками инструментов ИИ и экспертами в области обучения [14] и отсутствие продуманной интеграции инструментов ИИ и надежных процессов проверки учебного контента, созданного ИИ [16]. Обеспокоенность педагогического сообщества по внедрению ИИ связана как с этическими, дидактическими [17, 18], так и технологическими вопросами [19, 20]. Ведутся исследования в области этики применения технологий искусственного интеллекта в высшем образовании [21, 22]. Этические опасения различны по масштабу и характеру, но они отражают явную необходимость рассмотрения и понимания этических последствий искусственного интеллекта в сфере образования. Результаты исследования в работе [23] показывают необходимость формирования этического сознания студентов при использовании ИИ для решения своих задач. Вводится понятие меры или шкалы оценки этической осведомленности людей в области ИИ, в том числе для измерения ответственного проведения студентов по двум направлениям: знание этических концепций и осознание этических дилемм [24, 25].

Много работ посвящено изучению отношения обучающихся и преподавателей к технологиям искусственного интеллекта в образовании [26-28]. В целом о применении технологий искусственного интеллекта высказываются как обучающиеся, так и преподаватели. Действительно, сегодня для преподавателей и студентов доступно много сервисов: генерация текстов, презентаций, рисунков и видео, кода программ, документации к коду (Copilot, Tabnine, ChatGPT, GigaChat, Kandinsky 3.1, Documatic и Mintlify, Kampus, StudGPT, RuGPT и другие). Алгоритмы искусственного интеллекта внедрены в поисковые системы, существуют интеллектуальные помощники создания планов, лекций, тестов, проверки студенческих работ и т.д. (Teachu, Gamma, Kwizie, Quizgecko, Checker AI и другие). Не смотря на впечатляющую быстроту работы сервисов, некоторые из них вызывают сомнение в плане безопасности и корректности получаемых результатов (отсутствие информации о разработчике, моделях, качестве обучающих датасетов и чуждого контента).

Тем не менее применение новых технологий в образовании (как и в других областях) неизбежно и востребовано временем. Но с нашей точки зрения самая большая проблема состоит в том, что мы в образовательной сфере приходим (уже пришли) к формуле «ИИ выполняет учебные задания – ИИ проверяет учебные задания». Научное педагогическое сообщество в России и зарубежом отмечает возрастающие риски некорректной информации о результатах обучения. Так, например, традиционное оценивание в образовательной сфере столкнулось с проблемами применения ИИ для генерирования ответов без необходимости обучения чтению, письму или изучения предметного знания [29, 30]. Изучение масштаба применения обучающимися технологий искусственного интеллекта для выполнения учебных заданий показывает, что ИИ применяется чаще для домашних заданий, требующих более длительного написания текста, чем для вычислений или редактирования [30].

Отсутствие результата обучения в области знаний, умений и навыков для обучаемого делает бессмысленным усилия по внедрению новых технологий. Понимание этого требует от педагогического сообщества поиска форм контроля знаний, умений и навыков (ЗУН) как части проверки сформированности компетенций. Авторами статьи не найдены современные публикации, связанные с этой темой, но следует отметить, что технологическая сторона оценивания работы обучаемых продолжает развиваться [31, 32]. В работе [33] предлагается новая методика, основанная на байесовской сети, для оценки ве-

ростности знания с учетом ответов студентов. В этом эксперименте оценка включает в себя набор вопросов, связанных с мыслимыми наборами понятий, на уровне когнитивных способностей. Однако масштабировать этот опыт довольно сложно.

Поэтому необходимо направить усилия с одной стороны на исследование изменений форм контроля знаний, умений и навыков в условиях цифровой трансформации образования, а с другой усилить воспитательную работу для снижения риска мошенничества и плагиата, выяснения мотивационных установок и других факторов некорректного применения информационных технологий в обучении.

Институт ИТММ ведет подготовку ИТ-специалистов по широкому спектру направлений («Фундаментальная информатика и информационные технологии», «Математика», «Прикладная математика и информатика», «Фундаментальная математика и механика», «Прикладная информатика», «Программная инженерия» и др.). Условно направления подразделяем на математические и программистские (согласно традициям института и содержанию дисциплин учебных планов). Особенностью образовательного процесса является широкая осведомленность как студентов, так и преподавателей в области информационных технологий и их применения в решении профессиональных задач. При этом студенты (на старших курсах) выступают как в роли пользователей, так и в роли разработчиков продуктов, основанных на наукоемких технологиях (в том числе технологиях ИИ). Поэтому указанные выше проблемы являются весьма актуальными для развития учебного процесса.

В рамках проведения мероприятий по внутреннему контролю качества образования была поставлена задача выявить не только масштаб и факторы применения ИИ студентами математических и программистских направлений подготовки, отношение преподавателей к такому поведению студентов, но и рассмотреть удачные практики в оценке знаний, умений и навыков студентов в изменившихся условиях.

## Материалы и методы

В 2024-2025 учебном году в институте ИТММ для решения поставленной выше задачи было проведено исследование, частью которого являлось анкетирование студентов и преподавателей. В исследовании использовалась анкета, состоящая из следующих тематических блоков:

Блок 1. Выявление наиболее характерных моделей образовательного поведения студентов математических и ИТ-направлений подготовки. Включить данный блок вдохновили исследования проекта НИУ ВШЭ «Успех и самостоятельность человека в меняющемся мире» [34]. Результаты исследований в работах [35-37], указывают, что модели образовательного поведения студентов влияют на показатели успешности их обучения. При этом образовательное поведение обучающихся определяется как устойчивые поведенческие акты, возникающие в ответ на стимулы образовательной среды и имеющие особенности, связанные с их личностными характеристиками [37].

Авторами исследования за основу были взяты четыре модели: инерционная (учеба для «галочки»), транзакционная (ориентация на получение полезных профессиональных навыков, обмен учебных усилий на оценки), исследовательская (желание участвовать в научной деятельности, участие во внеучебной деятельности и др.), трансформационная модель (ориентация на развитие универсальных компетенций и гибкие образовательные траектории). Для этого в анкете студентов 1 курса всех направлений подготовки был задан вопрос – «Почему вы приняли решение получать высшее образование? Отметьте не более 3-х наиболее подходящих ответов». В таблице 1 представлены ответы, относящиеся к определенной модели образовательного поведения.

Авторы данной работы осознают, что взаимосвязь между образовательным поведением и успешностью обучения гораздо сложнее. Поэтому предполагалось увидеть общую картину мотивов студентов обучаться в ИИТММ. А также как их мотивы коррелируют в целом с текущей успеваемостью. При этом педагогическому коллективу на основании результатов исследования будет необходимо для повышения качества обучения выработать стратегию и тактику активного вовлечения студентов в процесс накопления знаний, умений и формирования навыков.

Таблица 1

Ответы, соответствующие моделям образовательного поведения

| Модель                   | Ответ                                                                                                                                                                         |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Инерционная модель       | Потому что сегодня так принято.<br>Не служить в армии (получить отсрочку от армии).                                                                                           |
| Транзакционная модель    | Получить специальные знания, стать хорошим профессионалом.<br>Улучшить шансы на трудоустройство и карьерное развитие.                                                         |
| Исследовательская модель | Получить важный жизненный опыт, подготовиться к жизни.<br>Оказаться в культурной, образовательной среде.<br>Повысить свой социальный статус, выйти за рамки своего окружения. |
| Трансформационная модель | Расти и развиваться как личность.<br>Развить критическое мышление, навыки коммуникации и др.<br>Попробовать разное, расширить кругозор.                                       |

Блок 2. Выяснение фактов применения студентами технологий ИИ. В случае положительного ответа, перечислить сервисы ИИ и для каких учебных активностей они применяются.

Блок 3. Выявление понимания академической ответственности и этичности применения сервисов ИИ. В качестве примера вопросов в этом блоке были указаны следующие вопросы:

1. Берете ли Вы у знакомых студентов работы (файлы), которые уже положительно оценены преподавателем, с целью сдать какую-то учебную активность (лабораторную, задачу, контрольную и т.д.)?

2. Если Вы отвечаете на вопросы учебного теста, то ищете ответ в различных источниках или отвечаете, руководствуясь собственными знаниями? Тестовый вопрос закрытого типа и варианты ответов предполагают выбор в том числе и неэтичных ответов (вопрос – провокация, т.к. ответ на тест при проверке знаний не предполагает поиск).

Вопросы анкеты для преподавателей были направлены на понимание отношения преподавателей к применению студентами сервисов ИИ при выполнении текущих и итоговых заданий по дисциплинам.

В опросе участвовали 335 студентов 1 курса и 67 студентов 4 курса бакалавриата, 80 студентов 1 курса магистратуры и 38 преподавателей, ведущих программистские, математические и гуманитарные дисциплины.

### Результаты исследования

В исследовании по 1 блоку принимали участие только студенты 1 курса. Общая картина близка к результатам, представленными в исследовании ВШЭ [36].

Распределение ответов по вопросу мотивации выбора получения высшего образования представлено на рисунке 1. Первые две позиции у студентов занимают мотивы: «Получить специальные знания, стать хорошим профессионалом», «Улучшить шансы на трудоустройство и карьерное развитие» (выбор респондентов соответственно 65 и 57 %). Мотив «Получить важный жизненный опыт, подготовиться к жизни» (35,5 %) у студентов более в приоритете, чем «Растить и развиваться как личность» (29,5 %). Формальный мотив «Потому что сегодня так принято» оказался на последнем месте (9,8 %), а мотив «Не служить в армии (получить отсрочку от армии)», наоборот, имеет достаточно высокий приоритет (19,4 %), что обусловлено гендерным составом студентов (большинство студентов юноши, примерно 75%).



Рис. 1. Мотивы получения высшего образования студентами 1 курса ИИТММ (в процентах)

Анализ результатов опроса показал, что у студентов 1 курса преобладает транзакционная модель образовательного поведения (рисунок 2), где выбор получения высшего образования рассматривается как переходный этап к профессиональной деятельности. Главная задача этого этапа – получение «полезных» профессиональных знаний и навыков, которые будут являться преимуществом при трудоустройстве и дальнейшей работе. Большой процент респондентов, относящихся к группам исследовательской и трансформационной моделей образовательного поведения (22% и 23 % соответственно), нам кажется, связан с особенностями и традициями профориентационной работы института ИТММ, привлекающих заинтересованных и мотивированных абитуриентов в овладении профессий ИТ-специалистов (профильные школы, олимпиады, научные работы и т.д.).

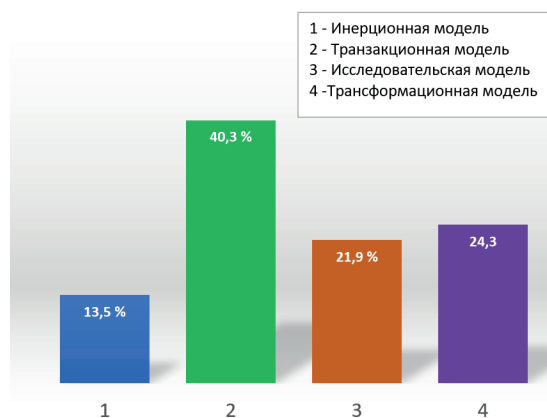


Рис. 2. Модели образовательного поведения студентов 1 курса ИТТМ



Рис. 3. Выбор преподавателей при суждении о мотивах получения высшего образования студентами 1 курса (в процентах)

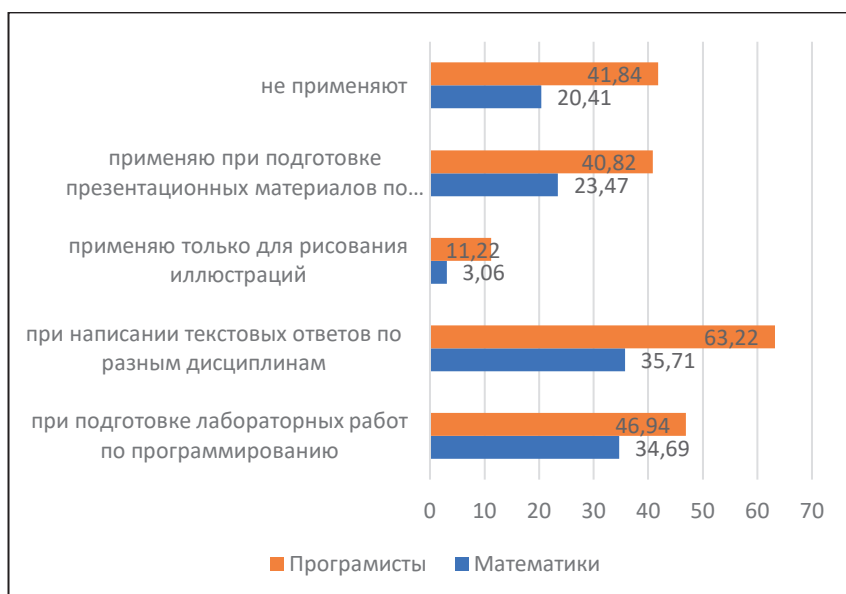


Рис. 4. Предпочтения применения технологий ИИ студентами математических и программистских направлений подготовки (в процентах)



Результаты опроса преподавателей, которые отвечали на вопрос «Как Вы думаете, зачем Ваши студенты пришли учиться в ИИТММ?» с тем же выбором мотивов как в анкете студентов, отличаются ранжированием вариантов ответов (рисунок 3). Первые две позиции у преподавателей и студентов совпадают: «Получить специальные знания, стать хорошим профессионалом», «Улучшить шансы на трудоустройство и карьерное развитие». Третье и четвертые места занимают мотивы, характерные для инерционной модели образовательного поведения студентов. Преподаватели связывают этот результат с негативным опытом обучения студентов, которые систематически не ходят на занятия, не выполняют домашнюю самостоятельную работу (выполняют, но не в указанные сроки сдачи) или выполняют формально и небрежно.

Результаты подведения итогов зимней сессии в институте (по стандартным критериям) показали, что 63% студентов по всем направлениям подготовки сдали дисциплину «Математический анализ» с первого раза. Традиционно дисциплина «Математический анализ» вызывает наибольшие трудности при освоении обучающимися первого курса, поэтому результаты экзамена по данной дисциплине были выбраны в качестве измерения показателя успешности студентов в учебе в целом. При этом не вошедшие в группу успешных обучающихся попали и те, кто не явился на мероприятия промежуточного контроля. Следует сказать, что в анкетировании по целям данной статьи приняли участие не все студенты первого года обучения (всего 335 человек), а всего к сдаче сессии приступали 519 студентов. Но тем не менее, связь между успехом на экзамене и отношением ко всем типам образовательного поведения, кроме инерционного, прослеживается. Для выяснения масштабов применения технологий искусственного интеллекта (тематический блок 2) студентов просили указать, для каких учебных активностей они применяют сервисы ИИ. Студентам давалась возможность написать свои варианты или выбрать из предложенных ответов: 1) при подготовке лабораторных работ по программированию, 2) при написании текстовых ответов по разным дисциплинам (курсовые, рефераты, доклады, ответы на тестовые вопросы и т.п.), 3) для рисования иллюстраций, 4) при подготовке презентационных материалов по дисциплинам.

Результаты анкетирования показали, что студенты как 1 курса, так и старших курсов указывают одинаковые цели в применении технологий ИИ. На первом месте указаны следующие пункты: применение сервисов ИИ при написании текстовых ответов по разным дисциплинам и при подготовке презентационных материалов по дисциплинам (выбор составляет 30 и 20 % соответственно).

Процент студентов, которые совсем не применяют общедоступные сервисы ИИ на старших курсах в целом выше (65 % против 30%). Обучающиеся старших курсов отдают предпочтение средствам для перевода и встроенным возможностям инструментов разработки. Связано это с тем, что учебные задачи по математическим и программистским дисциплинам старших приближаются по своему содержанию к исследовательским или актуальным прикладным задачам. Студенты 1 года магистратуры отмечают, что наиболее сложная учебная работа для них связана с созданием текстовых отчетных документов (по практикам и дисциплинам) – написанием литературного обзора и теоретической части (55 % респондентов), описанием результатов своей работы (40 %), тогда как исследование модели или разработка алгоритмов, описание программы вызывает трудности только у 17-20% респондентов.

При сравнении ответов студентов 1 курса по отдельным направлениям было выявлено, что в процентном соотношении предпочтения отличаются (рисунок 4). Так, студенты программистских направлений подготовки более «продвинуты» в применении сервисов ИИ для учебы, в тоже время больший процент обучающихся отказывается эти сервисы применять, предпочитая выполнять учебные задания самостоятельно. Анализ предпочтений студентов по отдельным направлениям показал, что студенты 1 курса направления «Программная инженерия» (ПРИН) больше склонны делегировать учебную деятельность (по их мнению, сложную или не интересную им деятельность) алгоритмам ИИ, а студенты направления «Фундаментальная информатика и информационные технологии» (ФИИТ) более консервативны в этом вопросе.

Сравнительно недавнее появление массово доступных сервисов ИИ отражается в том, что не все студенты первокурсники используют такие сервисы. Таким образом, масштаб применения сервисов ИИ не столь трагичен, но существенен.

Отсутствие «сплошного» (100%) применения студентами инструментов ИИ можно отнести как на счет ответственности студентов (понимание необходимости знаний, умений и навыков), так и отношения преподавателей к результатам работы студентов. Из 38 респондентов-преподавателей было 47 % преподавателей математических дисциплин, 34 % преподавателей программирования, 11% отнесли себя к преподавателям гуманитарных дисциплин, 8% преподают разного типа дисциплины. При этом в результате опроса выяснилось, что только 37 % преподавателей не приветствуют применение студентами ИИ для ответов на задания. Более лояльно относятся преподаватели дисциплин, связанных с программированием: против только 23 %, тогда как процент против применения ИИ у преподавателей математических дисциплин – 39 %. Мнение преподавателей гуманитарных дисциплин более однозначно: не приветствуют применение и оценки за работу снижаются или работа не засчитывается. Все преподаватели указывают, что из-за использования студентами ИИ, вынуждены применять дополнительные средства (формы) контроля: личное собеседование или выполнение работы под наблюдением.

Таким образом, при всё более широком применении сервисов ИИ студентами, разработка новых форм контроля ЗУН как никогда актуальна и сложна. Для разработки новых форм контроля преподаватели

должны сами хорошо представлять возможности ИИ, а это дополнительная и непривычная для них деятельность. Проверка ЗУН с «надзирателем – экспертом» вступает в противоречие с задачей массовой подготовки студентов (в отличии, например, собеседования как при приеме на работу).

Результаты опроса для понимания академической ответственности и этичности применения сервисов ИИ показали (тематический блок 3), что 12 % респондентов (студентов 1 курса) могут выдать чужую работу за свою. На вопросы тестов могут отвечать случайно (не думая, выбирая ответ, который кажется наиболее правильным) 29 % респондентов, не заботясь о том, что учебный тест может иметь не только функцию контроля, но и обучающую функцию. Кроме того, студенты 1 и 3 курса (фактически 100 %) не задумывались о качестве материалов, полученных ими с помощью сервисов ИИ.

В связи с этим, необходимо проводить работу со студентами в области академической честности (выдача чужих результатов за свои – результат генерации ИИ без осознанного применения). Важно во время обучения по всем дисциплинам на конкретных примерах (неформальных заданиях) показывать необходимость базовых знаний, умений, навыков. Что только это даст возможность студенту эффективно мыслить, выполнить более сложную задачу и развивать свой потенциал, для дальнейшей востребованности в профессии.

В качестве такого примера приведем задание:

1. Необходимо описать два сервиса ИИ для учебных или профессиональных целей, указав ответы на следующие вопросы: функционал, кто разработчик, есть ли пользовательское соглашение. В качестве запросов брать только задачу (написать код, создать текст, создать сайт и т.д.), решение которой Вам хорошо известно, и Вы сможете критично отнестись к результату работы сервиса (чтобы убрать «вау»-эффект). Задание апробировано на дисциплине «Web-технологии» со студентами третьего курса. Результатом выполнения студентами такого задания стало переосмысление «всемогущества» сервисов ИИ, и осознание того, что большая часть изученных сервисов лишь коммерческий проект, не дающий пользователю профессионального результата.

## Обсуждение и заключение

Результаты проведенного исследования показывают, что наиболее распространенной моделью образовательного поведения студентов является транзакционная модель (немногим более 40%). Наиболее успешные модели образовательного поведения для личностного роста и качественного образования (исследовательская и трансформационная модели) демонстрируют соответственно 22% и 23 % респондентов. Инерционная модель присутствует только у 13% обучающихся, что позволяет прогнозировать успешное освоение образовательной программы большинством.

Для достижения высоких результатов обучения образовательной организацией необходимо реализовать комплекс мероприятий, включающий в себя разработку учебных планов, рабочих программ дисциплин, внедрение в учебный процесс новых технологий обучения и адекватные процедуры оценивания. Всё более широкое распространение инструментов ИИ диктует необходимость изменить формы заданий для текущей и промежуточной аттестации так, чтобы выявлять сгенерированные ответы, при этом существенно не увеличивая нагрузку на преподавателя. Конечно, опытный преподаватель может заметить признаки генерации без использования специального инструментария. В качестве примера можно привести анализ списка литературы, приводимого в отчетах по практикам. Так, наличие большого числа статей с одним автором по тематике ИТ-технологий, с большой долей вероятности свидетельствует о том, что они являются вымышленными.

Проведение анкетирования студентов и преподавателей по вопросам использования инструментов ИИ в учебной деятельности, а также выборочный анализ заданий по различным дисциплинам позволили сделать вывод об актуальности проблемы оценивания результатов обучения и о рисках необоснованного применения инструментов ИИ обучающимися. Об отношении студентов и преподавателей к процессам цифровизации авторами был сделан доклад в 2025 году на конференции «Web-технологии и искусственный интеллект в образовании: возможности и риски», вызвавший интерес коллег. Вопросы и плодотворная дискуссия во время конференции помогли сформулировать задачи для дальнейшего совершенствования образовательного процесса:

1. Пропагандировать принципы академической честности в целом, и в области применения инструментов ИИ, в частности.
2. Продолжить формирование банка заданий по ответственному применению инструментов ИИ, и результатов их работы, привлечь представителей работодателей (ИТ-компаний региона) к составлению таких заданий на реальных примерах из практики.
3. Проводить анкетирование студентов и преподавателей для своевременного реагирования на возможные изменения в восприятии роли ИИ инструментов.

Изучение вопроса изменения модели образовательного поведения студентов полезно для понимания эффективности образовательных практик: гибкие образовательные траектории, внедрение опыта развития универсальных компетенций (таких, в том числе как осуществление релевантного поиска информации, создания кода и текстов согласно запросу учебного задания, умения доложить результаты своей работы), и целом создания мотивирующей образовательной среды. В этом направлении исследование будет продолжено.

## Список использованных источников

- [1] Балакин М.А. Проектирование современной цифровой среды для управления основными образовательными программами в вузе // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2020. Т. 9, № 2(31). С. 31-34. DOI 10.26140/anip-2020-0902-0005.
- [2] Симан А.С., Жилыева В.В. Формирование электронной информационно-образовательной среды вуза в условиях цифровой трансформации системы образования // Современные тренды высшего образования. Ульяновск : ИП Кеньшенская Виктория Валерьевна (издательство «Зебра»), 2023. 2023. С. 538-551. EDN WYEGVW
- [3] Кузенкова Г.В., Грезина А.В., Шестакова Н.В. Влияние цифровой трансформации на учебный процесс по математическим и ИТ направлениям подготовки // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2024. Т. 2. № 4. <http://sitito.cs.msu.ru/index.php/SITITO/article/view/1174>
- [4] Искусственный интеллект в образовании: Изменение темпов обучения. Аналитическая записка ИИТО ЮНЕСКО / Стивен Даггэн; ред. С.Ю. Князева; пер. с англ.: А.В. Паршакова. Москва : Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании, 2020 URL: <https://iite.unesco.org/ru/publications/iskusstvennyj-intellekt-v-obrazovanii-izmenenie-tempov-obucheniya> (дата обращения: 08.10.2025).
- [5] Илюшин Л. С., Торпашёва Н. А. Технологии искусственного интеллекта как ресурс трансформации образовательной практики // Ярославский педагогический вестник. 2024. № 3 (138). С. 62–71. <http://dx.doi.org/10.20323/1813-145X-2024-3-138-62>.
- [6] Sarah A. Chauncey, H. Patricia McKenna. A framework and exemplars for ethical and responsible use of AI Chatbot technology to support teaching and learning // Computers and Education: Artificial Intelligence. – 2023. – Volume 5. – С. 100182, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100182>.
- [7] Коровникова Н. А. Искусственный интеллект в современном образовательном пространстве: проблемы и перспективы // Образовательные технологии (г. Москва). 2021. № 4. С. 17-34. [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_47571539\\_26888406.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_47571539_26888406.pdf)
- [8] Elochukwu Ukwandu, Omobolanle Omisade, Karl Jones, Simon Thorne, Mike Castle, The future of teaching and learning in the context of emerging artificial intelligence technologies, Futures. 2025. Volume 171. 103616, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2025.103616>.
- [9] Beverly Park Woolf, Building Intelligent Interactive Tutors, Morgan Kaufmann. 2009. Pages 403-450, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373594-2.00019-8>.
- [10] Meneses Claudio BA. Application of Data Mining for the Prediction of Academic Performance in University Engineering Students at the National Autonomous University of Mexico, 2022. LatIA [Internet]. 2024 Jul. 22 doi: 10.62486/latia202414 [cited 2025 Oct. 10]; 2:14. Available from: <https://latia.ageditor.uy/index.php/latia/article/view/14>
- [11] Адаптивное обучение в высшем образовании: за и против / К. А. Вилкова, Д. В. Лебедев; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт образования. М.: НИУ ВШЭ, 2020. 36 с. <https://ioe.hse.ru/pubs/share/direct/408115484.pdf> (дата обращения: 08.10.2025).
- [12] Казимова Д.А., Адекенова А.Н. Реализация персонализированного адаптивного обучения в системе образования на основе технологии искусственного интеллекта // Вестник Карагандинского университета. Серия: Педагогика. 2025. Т. 30, № 1(117). С. 200-211. <https://doi.org/10.31489/2025Ped1/200-211>
- [13] Jabeen Z, Mishra K, Dayal R, Kumar Mishra B. Transforming Education in the World of Artificial Intelligence. LatIA [Internet]. 2024 Jan. 1 [cited 2025 Oct. 10];2:113. DOI: <https://doi.org/10.62486/latia2024113> Available from: <https://latia.ageditor.uy/index.php/latia/article/view/113>
- [14] Платов А.В., Гаврилина Ю.И. Искусственный интеллект в образовании: эволюция и барьеры // Научный результат. Педагогика и психология образования. 2024. Т. 10, № 1. С. 26-43. DOI 10.18413/2313-8971-2024-10-1-0-3.
- [15] Qian Tian, Xudong Zheng, The impact of artificial intelligence on students' 4C skills: A meta-analysis, Educational Research Review, Volume 49, 2025, 100728, <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2025.100728>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X2500065X>)
- [16] Tomás Matos, Walter Santos, Eftim Zdravevski, Paulo Jorge Coelho, Ivan Miguel Pires, Filipe Madeira, A systematic review of artificial intelligence applications in education: Emerging trends and challenges, Decision Analytics Journal, Volume 15, 2025, 100571, <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2025.100571>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S277266222500027X>).
- [17] Yun Dai, Ang Liu, Cher Ping Lim. Reconceptualizing ChatGPT and generative AI as a student-driven innovation in higher education // Procedia CIRP, 2023. Volume 119. Pp. 84-90, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.05.002>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827123004407>)
- [18] Marina Fernández-Miranda, Daniel, Román-Acosta, Adolfo A. Jurado-Rosas, et al Artificial Intelligence in Latin American Universities: Emerging Challenges // Computación y Sistemas, Vol. 28, No. 2, 2024, pp. 435–450 DOI: 10.13053/cys-28-2-4822



- [19] Ellaine Joy Guyo Eusebio, Philip Baldera, Aljay Marc Patiam, Emelyn Rico Villanueva, Norilyn Asedente Gaa, Anna Marie Faderon Solis, Ma. Loresa C. Soriano, Alvin L. Ribon. AI in the Classroom: A Systematic Review of Barriers to Educator Acceptance // *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research* Vol 24, No 9 (2025) <https://doi.org/10.26803/ijlter.24.9.7>
- [20] Joan Casas-Roma, Jordi Conesa, Chapter 6 - A literature review on artificial intelligence and ethics in online learning. In *Intelligent Systems and Learning Data Analytics in Online Education*. Academic Press, 2021, Pages 111-131, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823410-5.00006-1>.
- [21] Holmes W, Porayska-Pomsta K, Holstein, K. et al. Ethics of AI in Education: Towards a Community-Wide Framework. // *Int J Artif Intell Educ*, 2022. Volume 32. Pp. 504–526. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00239-1>
- [22] Memarian B., Doleck T. Fairness, Accountability, Transparency, and Ethics (FATE) in Artificial Intelligence (AI) and higher education: A systematic review // *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2023. Volume 5. Pp. 100152 <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100152>
- [23] Siu Cheung Kong, Jinyu Zhu. Developing and validating an artificial intelligence ethical awareness scale for secondary and university students: Cultivating ethical awareness through problem-solving with artificial intelligence tools. // *Computers and Education: Artificial Intelligence*, Volume 9, 2025, 100447, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100447>.
- [24] Kim D., Ko Y. Development and validation of ethical awareness Scale for AI technology // *Journal of Digital Convergence*, 20 (1) (2022), pp. 71-86, 10.14400/JDC.2022.20.1.071
- [25] Jang Y., Choi S., Kim H. Development and validation of an instrument to measure undergraduate students' attitudes toward the ethics of artificial intelligence (AT-EAI) and analysis of its difference by gender and experience of AI education // *Education and Information Technologies*, 27 (8) (2022), pp. 11635-11667, 10.1007/s10639-022-11086-5
- [26] Сорокин Д. О. Отношение учеников школ и студентов вузов к применению чат-ботов с искусственным интеллектом в образовании // *Державинский форум*. 2023. Т. 7, № 1(25). С. 21-30.
- [27] Чжан И., Цзэн Ю. Возрастающие возможности искусственного интеллекта в образовательном процессе вуза: вызовы и стратегии реагирования // *Современное профессиональное образование*. 2025. № 4. С. 67-71. EDN ZLKMYL
- [28] Ананин Д.П., Комаров Р.В., Реморенко И.М. «Когда честно - хорошо, для имитации - плохо»: стратегии использования генеративного искусственного интеллекта в российском вузе // *Высшее образование в России*. 2025. Т. 34, № 2. С. 31-50. DOI 10.31992/0869-3617-2025-34-2-31-50.
- [29] Cobos M., Cherres H. School evaluation and artificial intelligence // 2023 IEEE 3rd International Conference on Advanced Learning Technologies on Education & Research (ICALTER), Chiclayo, Peru, 2023, pp. 1-4. doi: 10.1109/ICALTER61411.2023.10372877.
- [30] Mátyás Turós, Róbert Nagy, Zoltán Szűts, What percentage of secondary school students do their homework with the help of artificial intelligence? - A survey of attitudes towards artificial intelligence, *Computers and Education: Artificial Intelligence*, Volume 8, 2025, 100394, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100394>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X25000347>)
- [31] Назаров Д. М. Модель оценки сформированности компетенций студентов // *Бизнес. Образование. Право*. 2023. № 4(65). С. 277-282. DOI: 10.25683/VOLBI.2023.65.785.
- [32] Алексеева Е. Н. Квалиметрический подход к оценке сформированности профессиональных компетенций студентов, будущих учителей математики // *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2024. № 2(242). С. 38-45. DOI 10.25198/1814-6457-242-38.
- [33] Pham, P.H., Khan, J.I. A Novel Method to Estimate Students' Knowledge Assessment. / In: Xu, R., De, W., Zhong, W., Tian, L., Bai, Y., Zhang, L.J. (eds) *Artificial Intelligence and Mobile Services – AIMS 2020*. AIMS 2020. Lecture Notes in Computer Science, 2020 vol 12401. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-59605-7\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-59605-7_4)
- [34] Исследовательский проект «Модели образовательного поведения студентов в их связи с показателями успешности». [Сайт ВШЭ. Стратегические проекты]. [https://stratpro.hse.ru/human-success/research\\_project](https://stratpro.hse.ru/human-success/research_project) (дата обращения: 08.10.2025).
- [35] Малошонок Н.Г., Щеглова И.А. Модели организации обучения студентов в университете: основные представления, преимущества и ограничения // *Университетское управление: практика и анализ*. 2020. Т. 24, № 2. С. 107-120. DOI 10.15826/umpra.2020.02.017.
- [36] Груздев И.А. Модели образовательного поведения студентов. [Форум «Преобразование образования», Томск] <https://docs.io.tsu.ru/wordpress/wp-content/uploads/Груздев-И.-А.-Модели-образовательного-поведения-студентов.pdf> (дата обращения: 08.10.2025).
- [37] Малошонок Н.Г., Вилкова К.А., Дремова О.В. Изучая многообразие образовательного поведения в университете: возможности для концептуализации // *Вопросы образования*. 2024. № 2. С. 111-138. DOI 10.17323/vo-2024-17707.

## References

- [1] Balakin M.A. Designing a modern digital environment for managing the main educational programs at the university. *Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology*. 2020. T. 9. № 2(31-34). DOI 10.26140/anip-2020-0902-0005. (In Russ.)
- [2] Siman A.S., Zhilyaeva V.V. Formation of an electronic information and educational environment of a university in the context of digital transformation of the education system. *Modern trends in higher education*. Ulyanovsk: IP Kenschenskaya Victoria Valerievna (Zebra Publishing House), 2023. 2023. P. 538-551. EDN WYEGVW (In Russ.)
- [3] Kuzenkova G.V., Grezina A.V., Shestakova N.V. Digital Transformation Impact on the Educational Process in Mathematical and IT Studying Areas. *Modern Information Technologies and IT-Education*. v. 20, n. 4, dec. 2024. <http://sitito.cs.msu.ru/index.php/SITITO/article/view/1174> (In Russ.)
- [4] UNESCO IITE. (2020). AI in Education: Change at the Speed of Learning. UNESCO IITE Policy Brief. Author: Steven Duggan. Editor: Svetlana Knyazeva. 2020. URL: <https://iite.unesco.org/publications/ai-in-education-change-at-the-speed-of-learning/> (Accessed: October 8, 2025).
- [5] Ilyushin L. S., Torpashiova N. A. Artificial intelligence technologies as a resource for transforming educational practices. *Yaroslavl pedagogical bulletin*. 2024; (3): 62-71. <http://dx.doi.org/10.20323/1813-145X.2024-3-138-62>. <https://elibrary.ru/ADWMMG> (In Russ.)
- [6] Sarah A. Chauncey, H. Patricia McKenna. A framework and exemplars for ethical and responsible use of AI Chatbot technology to support teaching and learning. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, Volume 5, 2023, 100182, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100182>.
- [7] Korovnikova N.A. Artificial intelligence in the modern educational space: problems and prospects. *Educational technologies*. 2021. № 4. C. 17-34. [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_47571539\\_26888406.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_47571539_26888406.pdf) (In Russ.)
- [8] Elochukwu Ukwandu, Omobolanle Omisade, Karl Jones, Simon Thorne, Mike Castle, The future of teaching and learning in the context of emerging artificial intelligence technologies. *Futures*, Volume 171, 2025, 103616, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2025.103616>.
- [9] Beverly Park Woolf, Building Intelligent Interactive Tutors, Morgan Kaufmann, 2009, Pages 403-450, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373594-2.00019-8>.
- [10] Meneses Claudio BA. Application of Data Mining for the Prediction of Academic Performance in University Engineering Students at the National Autonomous University of Mexico, 2022. LatIA [Internet]. 2024 Jul. 22 doi: 10.62486/latia202414 [cited 2025 Oct. 10]; 2:14. Available from: <https://latia.ageditor.uy/index.php/latia/article/view/14>
- [11] Vilkova K., Lebedev D. Adaptive learning in higher education: pro et contra. Moscow. HSE University, 2020. 36 p. <https://ioe.hse.ru/pubs/share/direct/408115484.pdf> (In Russ.) (Accessed: October 8, 2025)
- [12] Kazimova D.A., Adekenova A.N. Implementation of personalized adaptive learning in the education system on the basis of artificial intelligence technology. *Bulletin of the Karaganda University, Pedagogy series* 2025. v. 30, № 1(117). C. 200-211. <https://doi.org/10.31489/2025Ped1/200-211> (In Russ.)
- [13] Jabeen Z, Mishra K, Dayal R, Kumar Mishra B. Transforming Education in the World of Artificial Intelligence. *LatIA [Internet]*. 2024 Jan. 1 [cited 2025 Oct. 10]; 2:113. DOI: <https://doi.org/10.62486/latia2024113> Available from: <https://latia.ageditor.uy/index.php/latia/article/view/113>
- [14] Platov A.V., Gavrilina YU.I. Artificial intelligence in education: evolution and barriers. *Research result. Pedagogy and Psychology of Education*. 2024. V. 10, № 1. – Pp. 26-43. – DOI 10.18413/2313-8971-2024-10-1-0-3. (In Russ.)
- [15] Qian Tian, Xudong Zheng, The impact of artificial intelligence on students' 4C skills: A meta-analysis, *Educational Research Review*, Volume 49, 2025, 100728, <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2025.100728>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X2500065X>)
- [16] Tomás Matos, Walter Santos, Eftim Zdravevski, Paulo Jorge Coelho, Ivan Miguel Pires, Filipe Madeira, A systematic review of artificial intelligence applications in education: Emerging trends and challenges, *Decision Analytics Journal*, Volume 15, 2025, 100571, <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2025.100571>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S277266222500027X>).
- [17] Yun Dai, Ang Liu, Cher Ping Lim. Reconceptualizing ChatGPT and generative AI as a student-driven innovation in higher education. *Procedia CIRP*, 2023. Volume 119. Pp. 84-90, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.05.002>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827123004407>)
- [18] Marina Fernández-Miranda, Daniel, Román-Acosta, Adolfo A. Jurado-Rosas, et al Artificial Intelligence in Latin American Universities: Emerging Challenges. *Computación y Sistemas*, Vol. 28, No. 2, 2024, pp. 435-450 DOI: 10.13053/cys-28-2-4822
- [19] Ellaine Joy Guyo Eusebio, Philip Baldera, Aljay Marc Patiam, Emelyn Rico Villanueva, Norilyn Asedente Gaa, Anna Marie Faderon Solis, Ma. Loresa C. Soriano, Alvin L. Ribon. AI in the Classroom: A Systematic Review of Barriers to Educator Acceptance. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research* Vol 24, No 9 (2025) <https://doi.org/10.26803/ijlter.24.9.7>
- [20] Joan Casas-Roma, Jordi Conesa, Chapter 6 - A literature review on artificial intelligence and ethics in online learning. In *Intelligent Systems and Learning Data Analytics in Online Education*. Academic Press, 2021, Pages 111-131, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823410-5.00006-1>.



- [21] Holmes W., Porayska-Pomsta K., Holstein, K. et al. Ethics of AI in Education: Towards a Community-Wide Framework. *Int J Artif Intell Educ*, 2022. Volume 32. Pp. 504–526. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00239-1>
- [22] Memarian B., Doleck T. Fairness, Accountability, Transparency, and Ethics (FATE) in Artificial Intelligence (AI) and higher education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2023. Volume 5. Pp. 100152 <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100152> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X23000310>
- [23] Siu Cheung Kong, Jinyu Zhu. Developing and validating an artificial intelligence ethical awareness scale for secondary and university students: Cultivating ethical awareness through problem-solving with artificial intelligence tools. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, Volume 9, 2025, 100447, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100447>.
- [24] Kim D., Ko Y. Development and validation of ethical awareness Scale for AI technology. *Journal of Digital Convergence*, 20 (1) (2022), pp. 71-86, 10.14400/JDC.2022.20.1.071
- [25] Jang Y., Choi S., Kim H. Development and validation of an instrument to measure undergraduate students' attitudes toward the ethics of artificial intelligence (AT-EAI) and analysis of its difference by gender and experience of AI education. *Education and Information Technologies*, 27 (8) (2022), pp. 11635-11667, 10.1007/s10639-022-11086-5
- [26] Sorokin, D.O. (2023). Attitude of school and university students' towards the use of artificial intelligence chatbots in education. *Derzhavinskii forum = Derzhavin Forum*, vol. 7, no. 1, pp. 21-30. (In Russ.)
- [27] Zhang Y.1, Zeng YU.2 The growing capabilities of artificial intelligence in the educational process of higher education: challenges and responding strategies. *Modern Secondary Vocational Education*. 2025. N 4. Pp. 67-71. EDN ZLKMYL (In Russ.)
- [28] Ananin, D.P., Komarov R.V., Remorenko, I.M. When Honesty is Good, for Imitation is Bad": Strategies for Using Generative Artificial Intelligence in Russian Higher Education Institutions. *Vysshee obrazovanie v Rossii= Higher Education in Russia*. 2025. Vol. 34, no. 2, pp. 31-50, doi: 10.31992/0869-3617-2025-34-2-31-50 (In Russ.)
- [29] Cobos M., Cherres H. School evaluation and artificial intelligence. *2023 IEEE 3rd International Conference on Advanced Learning Technologies on Education & Research (ICALTER)*, Chiclayo, Peru, 2023, pp. 1-4. doi: 10.1109/ICALTER61411.2023.10372877.
- [30] Mátyás Turós, Róbert Nagy, Zoltán Szűts, What percentage of secondary school students do their homework with the help of artificial intelligence? - A survey of attitudes towards artificial intelligence. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, Volume 8, 2025, 100394, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100394>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X25000347>)
- [31] Nazarov D. M. Model for assessing the formation of students' competences. *Biznes. Obrazovanie. Pravo = Business. Education. Law*. 2023;4(65):277-282. DOI: 10.25683/VOLBI.2023.65.785 (In Russ.)
- [32] Alekseeva E.N. Qualimetric approach to assessing the formation of professional competencies of students, future teachers of mathematics. *Bulletin of Orenburg State University*. 2024. № 2(242). Pp. 38-45. DOI 10.25198/1814-6457-242-38. (In Russ.)
- [33] Pham, P.H., Khan, J.I. A Novel Method to Estimate Students' Knowledge Assessment. In: Xu, R., De, W., Zhong, W., Tian, L., Bai, Y., Zhang, L.J. (eds) *Artificial Intelligence and Mobile Services – AIMS 2020. AIMS 2020. Lecture Notes in Computer Science*, 2020. vol 12401. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-59605-7\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-59605-7_4)
- [34] Research project "Models of students' educational behavior in their connection with success indicators." [HSE website. Strategic projects]. [https://stratpro.hse.ru/human-success/research\\_project](https://stratpro.hse.ru/human-success/research_project) (In Russ.) (Accessed: October 8, 2025).
- [35] Maloshonok N. G., Shcheglova I. A. Models of Organization of Teaching Students at the University: Basic Assumptions, Advantages and Limitations. *University Management: Practice and Analysis*. 2020; 24 (2): 107–120. DOI: 10.15826/umpa.2020.02.017. DOI 10.15826/umpa.2020.02.017. (In Russ.)
- [36] Gruzdev I.A. Models of students' educational behavior. [Forum "Transformation of Education", Tomsk] <https://docs.io.tsu.ru/wordpress/wp-content/uploads/Груздев-И.-А.-Модели-образовательно-го-поведения-студентов.pdf> (In Russ.) (Accessed: October 8, 2025).
- [37] Maloshonok N.G., Vilkova K.A., Dremova O.V. (2024) Exploring Diversity in Learning Behavior at University: Opportunities for Conceptualization. *Voprosy obrazova niya / Educational Studies Moscow*, no 2, pp. 111–138 (In Russian). <https://doi.org/10.17323/vo-2024-17707> (In Russ.)

## Об авторах:

**Кузенкова Галина Владимировна**, доцент кафедры математического обеспечения и суперкомпьютерных технологий института информационных технологий, математики и механики, кандидат химических наук, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (603022, Российская Федерация, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4966-2200>, [kuzenkovagv@mail.ru](mailto:kuzenkovagv@mail.ru)

**Шестакова Наталья Валерьевна**, заместитель директора Института информационных технологий, математики и механики, старший преподаватель кафедры математического обеспечения и суперком-

пьютерных технологий института информационных технологий, математики и механики ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (603022, Российская Федерация, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23), ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6966-4600>, [natalia.shestakova@itmm.unn.ru](mailto:natalia.shestakova@itmm.unn.ru)

**Грезина Александра Викторовна**, заместитель директора Института информационных технологий, математики и механики, доцент кафедры прикладной математики Института информационных технологий, математики и механики, кандидат физико-математических наук, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (603022, Российская Федерация, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8448-4185>, [aleksandra.grezina@itmm.unn.ru](mailto:aleksandra.grezina@itmm.unn.ru)

#### About the authors:

**Galina V. Kuzenkova**, Associate Professor, Department of Mathematical Software and Supercomputing Technologies of the Institute of Information Technology, Mathematics and Mechanics, Cand. Sc. (Chemistry), National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (23 Prospekt Gagarina, Nizhny Novgorod 603022, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4966-2200>, [kuzenkovagv@mail.ru](mailto:kuzenkovagv@mail.ru)

**Natalia V. Shestakova**, Deputy Director of Institute of Information Technologies, Mathematics and Mechanics, Senior Lecturer Department of Mathematical Software and Supercomputing Technologies of the Institute of Information Technology, Mathematics and Mechanics, National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (23 Prospekt Gagarina, Nizhny Novgorod 603022, Russian Federation), ORCID: <http://orcid.org/0009-0005-6966-4600>, [natalia.shestakova@itmm.unn.ru](mailto:natalia.shestakova@itmm.unn.ru)

**Alexandra V. Grezina**, Deputy Director of Institute of Information Technologies, Mathematics and Mechanics, Associate Professor, Department of Applied Mathematics, Institute of Information Technology, Mathematics and Mechanics, Cand. Sci. (Phys.-Math.), Associate Professor, National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (23 Prospekt Gagarina, Nizhny Novgorod 603022, Russian Federation), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8448-4185>, [aleksandra.grezina@itmm.unn.ru](mailto:aleksandra.grezina@itmm.unn.ru)

## Методические особенности преподавания учебной дисциплины «Компьютерное зрение» в высшей школе

Д. А. Власов<sup>1,2,3\*</sup>, А. В. Синчуков<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 125167, Российская Федерация, г. Москва, пр. Ленинградский, д. 49/2

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 117997, Российская Федерация, г. Москва, Стремянный пер., д. 36

<sup>3</sup> ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 117198, Российская Федерация, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

<sup>4</sup> ФГАОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 105005, Российская Федерация, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, с. 1

\* davlasov@fa.ru

### Аннотация

В центре внимания статьи – методические особенности преподавания новой учебной дисциплины «Компьютерное зрение» в высшей школе, содержание которой охватывает различные приложения технологий компьютерного зрения в практике анализа экономических проблем и ситуаций, принятии научно-обоснованных решений на основе современных цифровых решений. Учёт выделенных методических особенностей позволяет реализовать уровневую дифференциацию обучения студентов экономического бакалавриата технологиям компьютерного зрения, усилить прикладную и профессиональную направленность обучения выпускников экономического университета. В процессе исследования были выделены следующие методические особенности: направленность содержания на развитие междисциплинарных навыков студентов; связь содержания учебной дисциплины «Компьютерное зрение» с решением разнообразных по содержанию и степени сложности прикладных задач; отражение в практике профессиональной подготовки студентов инноваций и результатов передовых исследований; отражение значимых технологических трендов в практике профессиональной подготовки; включение студентов в междисциплинарные проекты, а также отражении в содержании обучения этических вопросов и ответственности за использование технологий компьютерного зрения. В процессе опытно-экспериментальной работы выделены и проанализированы по критерию «Сложность» семь типов новых прикладных задач - «Задача на обработку изображений», «Задача на распознавание объектов», «Задача на сегментацию изображений», «Задача на оптическое распознавание символов», «Задача на анализ видео-контента», «Задача на создание 3D-реконструкций на основе имеющихся данных» и «Задача на применение технологии глубокого обучения в компьютерном зрении», имеющих важное значение для развития инновационных компонентов профессиональной компетентности студентов. Материал статьи представляет интерес для развития методики преподавания технологий компьютерного зрения в высшей школе и создания интегрированной методической системы преподавания учебной дисциплины «Компьютерное зрение».

**Ключевые слова:** компьютерное зрение, прикладная задача, методические особенности, технологии компьютерного зрения, цифровизация, высшая экономическая школа

## Methodological Features of Teaching the Academic Discipline “Computer Vision” in Higher Education

D. A. Vlasov<sup>a,b,c,\*</sup>, A. V. Sinchukov<sup>a,d</sup>

<sup>a</sup> Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

Address: 49/2 Leningradsky Prospekt, Moscow 125167, Russian Federation

<sup>b</sup> Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation

Address: 36 Stremyanny lane, Moscow 117997, Russian Federation

<sup>c</sup> Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russian Federation

Address: 6 Miklukho-Maklaya St., Moscow 117198, Russian Federation

<sup>d</sup> Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Address: 5/1 2-ya Baumanskaya St., Moscow 105005, Russian Federation

\* davlasov@fa.ru

## Abstract

This article focuses on the methodological aspects of teaching the new academic discipline “Computer Vision” in higher education. The course content encompasses various applications of computer vision technologies for analyzing economic problems and situations, enabling data-driven decision-making based on modern digital solutions. Incorporating these identified methodological features allows for the implementation of tiered differentiation in teaching computer vision to undergraduate economics students, thereby strengthening the applied and professional focus of their training at an economics university.

The study identified the following key methodological aspects:

- Aligning the curriculum with the development of students’ interdisciplinary skills;
- Connecting the “Computer Vision” course content to solving diverse applied problems of varying content and complexity;
- Integrating innovations and findings from cutting-edge research into student training;
- Incorporating significant technological trends into professional education practices;
- Engaging students in interdisciplinary projects;
- Addressing ethical issues and responsibilities associated with using computer vision technologies within the curriculum.

Through experimental work, seven types of new applied tasks, significant for developing innovative components of students’ professional competence, were identified and analyzed based on the “Complexity” criterion:

1. Image Processing Task
2. Object Recognition Task
3. Image Segmentation Task
4. Optical Character Recognition Task
5. Video Content Analysis Task
6. Task on Creating 3D Reconstructions from Available Data
7. Task on Applying Deep Learning Technology in Computer Vision

The article’s content is relevant for developing the methodology of teaching computer vision technologies in higher education and for creating an integrated methodological system for teaching the “Computer Vision” discipline.

**Keywords:** computer vision, applied task, methodological features, computer vision technologies, digitalization, higher economic education

---

## Введение

Компьютерное зрение является современной областью искусственного интеллекта и компьютерных наук, исследующей вопросы обучения компьютеров способом извлечения информации из изображений и видео. Основная цель компьютерного зрения, учтенная в процессе опытно-экспериментальной работы по *проектированию учебного процесса* по дисциплине «Компьютерное зрение», заключается в том, чтобы позволить машинам «видеть» и интерпретировать визуальную информацию так же, как это делает человек. В дидактическом контексте указанная цель направлена на знакомство и освоение студентами технологий компьютерного зрения при решении разнообразных задач, в том числе связанных с содержанием будущей профессиональной деятельности. Реализованному в процессе исследования проектированию учебного процесса по дисциплине «Компьютерное зрение» предшествовал *логико-методический анализ его содержания*. Отметим, что проектирование в дидактическом контексте предполагает создание детально продуманного проекта учебного процесса. Мы пришли к выводу о том, что элементом содержания на базовом уровне выступают технологии обработки изображений. Все остальные элементы содержания в процессе исследования были отнесены к продвинутому уровню. Вариативная подготовка студентов в области компьютерного зрения должна включать следующие элементы содержания: вопросы улучшения качества изображений, удаления шумов, изменения яркости и контрастности. К элементам содержания на третьем, профессиональном уровне подготовки студента нами отнесены технологии обнаружения объектов, технологии сегментации изображений, технологии распознавания образов, а также технологии трекинга и 3D-моделирования.

Мы считаем, что важным является включение в учебный процесс технологий определения и локализации объектов в анализируемом изображении, технологий разделения изображения на отдельные объекты или области для проведения более детального анализа, технологий идентификации и классификации объектов на изображениях (в частности, цифровые решения для распознавания лиц и рукописного текста), технологий отслеживания движущихся объектов в последовательности изображений или видео, а также технологий создания трехмерных моделей на основе имеющихся двумерных изображений. Несомненно, новые элементы содержания могут быть адаптированы под специфику направления профессиональной подготовки студента, а также особенности реализуемой образовательной программы. Несмотря на то, что компьютерное зрение находит применение в различных областях науки и практики, методике преподавания учебной дисциплины «Компьютерное зрение» в проанализированных педагогических и методических публикациях не уделяется достаточного внимания. Поэтому не решены к настоящему времени универсальные для методики преподавания как науки



вопросы: «Кого учить компьютерному зрению?», «Зачем учить компьютерному зрению?», «Как учить компьютерному зрению?».

Целью новой учебной дисциплины «Компьютерное зрение», включенной в практику профессиональной подготовки студентов в Российском экономическом университете им. Г. В. Плеханова с 2024 года, выступает освоение студентами новых технологий и цифровых решений, таких как глубокое обучение, нейронные сети и цифровые инструментальные средства, поддерживающие основные алгоритмы компьютерного зрения. *Противоречие между исследовательским и прикладным потенциалом компьютерного зрения* и складывающейся практикой преподавания учебной дисциплины «Компьютерное зрение» усиливается тем, что достижения в области компьютерного зрения становятся все более впечатляющими и широко применяемыми, однако это не находит должного отражения в практике профессиональной подготовки студентов. Другими словами, наблюдается разрыв между востребованностью технологий компьютерного зрения в будущей профессиональной деятельности выпускников университетов по различным направлениям подготовки («Прикладная математика и информатика», «Экономика» - аналитика данных, «Бизнес-информатика» и др.) и реально сложившейся практикой их профессиональной подготовки.

*Цель исследования* заключается в выявлении методических особенностей преподавания учебной дисциплины «Компьютерное зрение», учёт которых в практике профессиональной подготовки студентов позволяет убедительно продемонстрировать, что компьютерное зрение способно играть важную роль в подготовке специалистов в различных областях, включая информатику, инженерию, робототехнику и даже медицину.

Анализ учебных программ по технологиям компьютерного зрения, реализуемых в университетах (Московский институт электронной техники, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Астраханский государственный университет и др.) позволяет констатировать, что в большинстве случаев содержание подготовки сосредоточено в основном на теории, а методическое обеспечение подготовки находится в стадии разработки и адаптации к новым реалиям учебного процесса. Мы убеждены, что в таких условиях студенты могут испытывать недостаток практического опыта, что затрудняет применение знаний по технологиям компьютерного зрения в будущей профессиональной деятельности. Потерю интереса к освоению содержания учебной дисциплины «Компьютерное зрение» можно связать недостаточной работой студентов с реальными проектами, слабой вовлеченностью в студенческие исследования. Можно предложить, что работа над реальными проектами позволил студентам лучше понять применение технологий компьютерного зрения.

Различные вопросы в области технологий компьютерного зрения неоднократно были в центре внимания исследователей. Так, в статье [1] представлен обзор методов и технологий машинного обучения в задачах компьютерного зрения. Автор указывает на необходимость расширения области применения нейросетей в решении задач, связанных с космонавтикой. Работа [2] компьютерное зрение предлагается в качестве инструмента для решения задачи замеров по изображениям биологических объектов. Мы согласны с авторами, что в настоящее время наблюдается потребность в уточнении возможностей цифровых инструментальных средств, поддерживающих технологии компьютерного зрения. Публикация [3] раскрывает содержание актуальных направлений применения технологий компьютерного зрения в сфере образования. Несмотря на приведенный аналитический обзор актуальных направлений применения технологий компьютерного зрения в сфере образования авторы не предлагают пути совершенствования применения технологий компьютерного зрения и не рассматривают дидактический контекст технологий компьютерного зрения.

Различные технологические решения в области компьютерного зрения представлены в публикациях [4; 5; 6]. Авторы сходятся во мнении, что необходимо сравнение эффективности традиционных методов обработки изображений и нейросетевых подходов с учётом специфики их применения в различных задачах, возникающих в ритейле, производственном менеджменте и финансовом секторе. Методический контекст в данных публикациях проявляется в виде использования технологий компьютерного зрения для оценки работ школьников и студентов, обучающихся дистанционно. В работах [7; 8] анализируются возможности технологий компьютерного зрения для совершенствования проектного обучения школьников. Мы согласны с авторами, что без методически целесообразного влечения элементов технологий компьютерного зрения в содержание обучения в средней школе невозможно полноценное развитие представлений учащихся о современных технологиях. Статья [9] раскрывает некоторые вопросы обучения студентов педагогического бакалавриата технологиям компьютерного зрения. В контексте исследования представляют интерес представленные авторами рекомендации по программной реализации алгоритмов на языке *Python* с использованием библиотек *Numpy* и *OpenCV*. Однако можно утверждать, что содержание рассматриваемых задач, адаптированное под систему педагогического образования, непригодно для использования в высшей экономической школе. Анализ публикаций по различным аспектам технологий компьютерного зрения показывает, что методика преподавания технологий компьютерного зрения в высшей экономической школе в настоящее время остаётся без должного внимания. Современные подходы к обучению технологиям компьютерного зрения в большей степени отражены в зарубежных публикациях. Их анализ позволяет утверждать, что они ориентированы как на



теоретическую подготовку студентов, так и на развитие практических навыков работы с конкретными алгоритмами и библиотеками.

Авторами статьи [10] поставлена задача повышения доступности курса компьютерного зрения для студентов среднего уровня бакалавриата, которые не обладают глубокими знаниями в математике и программировании. В статье подчеркивается важность визуальной наглядности и пошагового подхода, который способствует пониманию принципов компьютерного зрения без избыточной теоретической сложности. Авторы утверждают, что такой метод способствует вовлечённости студентов, формирует у них интуитивное понимание алгоритмов и повышает мотивацию к дальнейшему изучению дисциплины. Работа [11] посвящена интеграции исследовательских стандартов и наборов данных в процесс обучения. Авторы разработали курс, в котором студенты работают с реальными базами данных, применяемыми в профессиональных соревнованиях и академических исследованиях. Мы согласны с авторами, то такой подход способен формировать у студентов навыки экспериментальной работы и критического анализа результатов, развивает умение применять количественные оценки и работать с современными моделями глубокого обучения. В контексте исследования представляет интерес описание условий, в которых студенты выполняют проекты, сравнивают свои результаты с известными исследованиями, что стимулирует исследовательскую активность и командную работу.

В исследовании [12] компьютерное зрение используется как средство развития вычислительного мышления студентов начальных курсов информатики. Авторы рассматривают компьютерное зрение не только как техническую дисциплину, но и как контекст для формирования общих компетенций искусственного интеллекта, включая анализ данных, алгоритмическое мышление и этические аспекты его применения. Особенностью курса является интеграция гуманитарных и инженерных компонентов: обсуждаются вопросы этики, приватности и социальной ответственности технологий распознавания образов. Результаты, представленные в исследовании, демонстрируют, что даже на ранних этапах обучения можно формировать устойчивые междисциплинарные компетенции, соединяющие программирование, искусственный интеллект и общественные науки. Статья [13] представляет пример реализации междисциплинарного подхода, направленного на обучение компьютерному зрению специалистов, не связанных напрямую с информатикой. В данном случае речь идёт о биологах и экологах, использующих алгоритмы обработки изображений для анализа данных о флоре и фауне. Курс построен вокруг проектного обучения: участники решают реальные задачи – распознавание видов животных, автоматизация подсчёта популяций, анализ изображений с дронов. Такой формат способствует пониманию практической ценности технологического зрения и стимулирует интерес к их применению в естественных науках. Мы согласны с авторами, которые подчёркивают, что адаптация курса под конкретную предметную область делает обучение более осмысленным и повышает вовлечённость обучающихся. Анализ зарубежной литературы показывает, что современное обучение технологиям компьютерного зрения строится на интеграции теории, практики и проектной деятельности.

## Материалы и методы

Многоаспектность новой образовательной области «Компьютерное зрение», а также отсутствие в практике профессиональной подготовки студентов целостного методического подхода к преподаванию, потребовали привлечения к исследованию *достижений современной дидактики высшей школы* [14; 15; 16], а также *теории педагогических технологий и проектировочной деятельности*, основные положения которой раскрыты в трудах отечественных и зарубежных учёных [17; 18; 19]. Исследование охватывало 52 студентов экономического бакалавриата, изучивших учебную дисциплину «Компьютерное зрение» в рамках реализуемой образовательной программы. Для анализа степени сложности семи прикладных задач учебной дисциплины «Компьютерное зрение» использован метод опроса студентов и бальная оценка сложности по десятибалльной шкале.

## Результаты исследования

Первой методической особенностью преподавания учебной дисциплины «Компьютерное зрение» является *направленность его содержания на развитие междисциплинарных навыков студентов*. Приступая к раскрытию учебного материала, следует понимать, что технологии компьютерного зрения требуют знаний из различных областей, таких как математика, статистика, программирование и машинное обучение. С другой стороны включение задач на технологии компьютерное зрение в учебный процесс позволяет развивать широкий спектр компетенций студентов. Не вызывает сомнений, что освоение новых технологий, в том числе технологий компьютерного зрения, делает выпускников более конкурентоспособными на рынке труда.

Второй методической особенностью выступает *связь содержания учебной дисциплины «Компьютерное зрение» с решением разнообразных по содержанию прикладных задач*. В настоящее время ведётся работа по расширению банка типовых задач на применение технологии компьютерного зрения. В дидактике задача выступает основным элементом учебно-познавательной деятельности. В дидактике высшей школы под прикладной задачей принято понимать задачи, направленные на развитие компетенций студентов через практическое применение знаний. К подобным задачам относятся задача анализа ви-

зуализаций социально-экономической информации, задача выявления динамики доходностей и рисков финансовых инструментов, задача разработки автономных транспортных средств, задача оценки уровня удовлетворенности клиентов, задача разработки системы безопасности, задача проведения медицинской диагностики и др. Все эти задачи связаны с анализом изображений.

Третья методическая особенность – *отражение в практике профессиональной подготовки студентов инноваций и результатов передовых исследований*. Данная методическая особенность акцентирует внимание на том, что образовательная область «Компьютерное зрение» не просто активно развивается, а находится, по существу, в стадии становления – активно разрабатываются новые алгоритмы и технологии, пополняются библиотеки специализированного программного обеспечения. Результаты опытно-экспериментальной работы позволяют утверждать, что включение разнообразных алгоритмов и технологий в практику профессиональной подготовки способствует развитию критического мышления студентов и навыков решения сложных задач.

Четвертая методическая особенность – *отражение значимых технологических трендов в практике профессиональной подготовки*. При создании методической системы преподавания технологий компьютерного зрения в высшей школе важно добиться понимания того, что компьютерное зрение выступает одной из ключевых технологий в области искусственного интеллекта. Знания и компетенции в этой области позволяют специалистам быть в курсе современных трендов и технологий, что важно для профессионального роста после окончания университета. Цифровизация экономики — центральный технологический тренд, движимый Big Data, облачными технологиями, IoT, ИИ и компьютерным зрением, который пронизывает все отрасли.

*Включение студентов в междисциплинарные проекты* выступает следующей методической особенностью преподавания учебной дисциплины «Компьютерное зрение». Владение технологиями компьютерного зрения позволяют студентам принимать участие в разнообразных междисциплинарных проектах, тематика которых разработана на кафедре математического моделирования и информационных технологий РУДН им. П. Лумумбы. Участие в проектах позволяет продемонстрировать студентам, что специалисты по компьютерному зрению могут работать в различных отраслях, таких как медицина, сельское хозяйство, безопасность и индустрия развлечений. Компетентность в области технологий компьютерного зрения открывает множество возможностей для карьерного роста, а также осознанного продолжения профессиональной подготовки на уровне магистратуры и аспирантуры.

Шестая методическая особенность заключается в *отражении в содержании этических вопросов и ответственности за использование технологий компьютерного зрения*. Изучение компьютерного зрения в высшей школе должно включать обсуждение этических вопросов, связанных с использованием технологий распознавания лиц и обработки изображений. Указать студентам на ответственность при разработке и внедрении технологий.

*Прикладные задачи на обработку изображений*. Базовый уровень прикладных задач данного типа предполагает реализацию относительно простых операций с изображениями. К таким операциям относятся: чтение, отображение, изменение размеров, обрезка изображения. Продвинутый уровень подразумевает освоение студентами приемов использования фильтров с целью сглаживания и повышения резкости изображений, а также преобразование изображений. *Прикладные задачи на распознавание объектов*. На базовом уровне студенты учатся работать с готовой моделью, предназначенной для распознавания объектов на изображениях с использованием алгоритмов машинного обучения. Продвинутый уровень предполагает создание подобных моделей, а также использование предобученных моделей, предназначенных для обнаружения объектов на изображениях или в видео. *Прикладные задачи на сегментацию изображений* нами отнесены к третьему типу задач учебной дисциплины «Компьютерное зрение». Базовый уровень работы с задачами данного типа подразумевает знакомство студентов с реализацией алгоритмов сегментации. Наиболее методически целесообразными представляются следующие методы: метод пороговой обработки и метод сегментации на основе кластеризации. Продвинутый уровень предполагает обучение студентов использованию методов глубокого обучения для семантической сегментации и сегментации экземпляров.

Следующий тип прикладных задач учебной дисциплины «Компьютерное зрение» – *задачи на оптическое распознавание символов*. Базовый уровень освоения указанных задач включает в себя использование студентами готовой системы, предназначенной для распознавания текста, который содержится на изображениях. Продвинутый уровень подразумевает разработку указанных систем, а также развитие навыков применения библиотек, используемых для извлечения текста из документов. Пятым типом прикладных задач являются *задачи на анализ видео-контента*. Базовый уровень освоения задач заключается в разборе задач алгоритмического отслеживания объектов в видео. Продвинутый уровень предполагает освоение студентами приемов обработки и анализа видеопотока с целью выявления скрытых в нём событий и аномалий, которые можно использовать в практике принятия решений. Особый класс прикладных задач учебной дисциплины «Компьютерное зрение» - *задачи на создание 3D-реконструкций на основе имеющихся данных*. Базовый уровень подразумевает формирование навыков использования стереозрения для создания 3D-моделей из предоставленного преподавателем набора 2D-изображений. Продвинутый уровень работы с прикладными задачами данного типа предполагает изучение студентами методов глубинного восприятия с использованием специализированных камер и датчиков.

Седьмой тип прикладной задачи знакомит студентов с *применением технологии глубокого обучения в компьютерном зрении*. На базовом уровне освоения прикладные задачи позволяют продемонстрировать, как обучение нейронных сетей используются для классификации изображений - студенты получают практическую возможность самостоятельно выбирать и использовать фреймворки. Продвинутый уровень характеризуется формированием навыков практического применения сверточных нейронных сетей – специальных архитектур – к анализу изображений.

В качестве особенности общедидактического характера укажем интеграцию теории и практики при освоении содержания учебной дисциплины «Компьютерное зрение». Не вызывает сомнений, что лекции, содержащие теоретический материал должны оптимально сочетаться с практическими заданиями, рассматриваемыми в рамках практических занятий, лабораторных работ, курсовых и выпускных квалификационных работ, а также учебных и производственных практик, предусмотренных образовательной программой. Отметим, что включение прикладных задач, выделенных в процессе исследования, расширяют возможности студентов при работе с проектами, повышая осознанность применения ими разнообразных технологий компьютерного зрения в различных условиях. Это способствует закреплению учебного материала, развитию способностей использования его в новых условиях, а также повышает мотивацию к учёбе.

*Постепенное усложнение материала, а также его системность*, выступает еще одной методической особенностью преподавания учебной дисциплины «Компьютерное зрение», также имеющей общедидактический характер. В процессе опытно-экспериментальной работы мы пришли к необходимости начинать знакомство студентов с содержанием учебной дисциплины с базовых концепций и самых простых алгоритмов обработки изображений (в первую очередь к ним относятся алгоритмы фильтрации и преобразования). Только после этого методически оправдан переход к более сложным темам, таким как глубокое обучение и нейронные сети в практике работы с изображениями.

Мы убеждены, что целесообразно постепенно вводить более сложные задачи на применение технологий компьютерного зрения, например распознавание объектов или сегментация изображений. При этом следует использовать готовые учебные примеры, постепенно увеличивая степень самостоятельности студентов при решении прикладных задач (самостоятельное формирование банка изображений, самостоятельный выбор технологии для анализа, самостоятельный анализ результатов применения технологий компьютерного зрения и самостоятельная выработка рекомендаций по их использованию).

Общедидактический характер имеет также особенность преподавания учебной дисциплины «Компьютерное зрение», связанная с *использованием современных цифровых инструментов и библиотек*. В настоящее время на уровне высшей школы не найдётся ни одной учебной дисциплины, методика обучения которой не была бы затронута цифровизацией. Обучение технологиям компьютерного зрения невозможно без работы студентов с цифровыми инструментальными средствами, их поддерживающими. К ним относятся, например, *OpenCV (Open Source Computer Vision Library)* или *TensorFlow* от компании *Google*, а также *PyTorch* и *Keras*. Перечисленные цифровые инструментальные средства позволили студентам учиться эффективно разрабатывать и тестировать собственные модели, опираясь на банк типовых моделей, созданный преподавателем и сокурсниками и находящийся в открытом доступе. Отметим, что в практику профессиональной подготовки студентов в рамках опытно-экспериментальной работы внедрена библиотека *Open Source Computer Vision Library*. Её выбор в качестве основного инструмента цифровизации обусловлен высокими дидактическими характеристиками, а также доступностью – данная библиотека с открытым кодом, доступна для *C++*, *Python*, *Java*, *JavaScript* и других языков программирования.

Методические особенности общедидактического характера дополняют частнодидактические особенности, способствуют созданию комфортной образовательной среды для изучения технологий компьютерного зрения и подготовки студентов к будущей профессиональной деятельности в условиях цифровизации экономики и экономических исследований.

## **Обсуждение и заключение**

В процессе исследования установлено, что освоение технологий компьютерного зрения не только углубляет технические знания студентов, но и развивает их компетенции в области критического мышления, творчества и готовности к реализации междисциплинарного подхода к решению задач, возникающих в будущей профессиональной деятельности. Учебный курс по компьютерному зрению, созданный на новой методологической основе, включает разнообразные задачи и проекты, которые помогают студентам освоить ключевые концепции и навыки в этой области. К семи новым типам прикладных задач, выделенных в процессе исследования, относятся: «Задача на обработку изображений», «Задача на распознавание объектов», «Задача на сегментацию изображений», «Задача на оптическое распознавание символов», «Задача на анализ видео-контента», «Задача на создание 3D-реконструкций на основе имеющихся данных» и «Задача на применение технологии глубокого обучения в компьютерном зрении». Содержание представленных прикладных задач в процессе опытно-экспериментальной работы дифференцировано по двум уровням – базовый уровень и продвинутый уровень. Реализованная уровневая дифференциация способствует реализации более гибкого подхода к проектированию



содержания обучения с учётом начального уровня математических и цифровых компетенций студентов, а также их познавательных интересов.

Перспективным направлением совершенствования обучения студентов технологиям компьютерного зрения является интеграция компьютерного зрения с робототехникой (для технических направлений подготовки), интернетом вещей (для экономических направлений подготовки) и финансовыми рынками (для направлений подготовки в области финансов). Раскрытие интегративного потенциала технологий компьютерного зрения может помочь студентам не только освоить теоретические аспекты компьютерного зрения, но и получить практический опыт в решении реальных проблем, содержание которых связано с будущей профессиональной деятельностью.

Актуальной педагогической задачей, возникающей в процессе развития методической системы преподавания учебной дисциплины «Компьютерное зрение» остаётся задача преодоления стресса и повышения мотивации студентов – будущих аналитиков данных. Результаты опытно-экспериментальной работы показывают, что освоение технологий компьютерного зрения разворачивается в учебном процессе достаточно интенсивно, что приводит к стрессу и снижению мотивации у студентов. Кроме того, часть студентов сомневаются в своих способностях справиться с учебным материалом, носящим интегративный характер и требующим наличия сформированных компетенций в области математики, наук о данных и цифровых технологий. Трудности, возникающие в процессе освоения студентами технологий компьютерного зрения, требуют внимания как со стороны практикующих преподавателей, так и специалистов в области педагогических технологий и проектирования педагогических объектов.

### Список использованных источников

- [1] Адамова, А. А. Методы и технологии машинного обучения и нейросетевых технологий в задачах компьютерного зрения / А. А. Адамова, В. А. Зайкин, Д. В. Гордеев // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2021. – Т. 23, № 4. – С. 25-39.
- [2] Панарин, Р. Н. Применение технологий искусственного интеллекта и компьютерного зрения при решении задач автоматизации обработки и распознавания биологических объектов / Р. Н. Панарин, А. А. Соловьев, Л. А. Хворова // Известия Алтайского государственного университета. – 2022. – № 1(123). – С. 101-107.
- [3] Соколов, И. В. Технологии компьютерного зрения в сфере образования / И. В. Соколов, Т. В. Пирязева // Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности: Сборник трудов XXX Международной конференции. Материалы XXVIII Международного конкурса научных и научно-методических работ. II Всероссийский конкурса проектов «Бессмертный полк героев Отечества», Москва, 06–07 февраля 2025 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «Экон-Информ», 2025. – С. 92-96.
- [4] Макаров, К. С. Концептуальная модель системы разметки графических данных для решения задач компьютерного зрения с использованием технологий машинного обучения / К. С. Макаров, С. Н. Чертков, К. В. Лукьянчиков // Auditorium. – 2023. – № 2(38). – С. 23-28.
- [5] Зиннуров, А. Р. Компьютерное зрение: современные технологии и перспективы развития / А. Р. Зиннуров // Тенденции развития науки и образования. – 2025. – № 120-6. – С. 24-27. 5
- [6] Онокой, Л. С. Применение технологий компьютерного зрения в экономике и образовании / Л. С. Онокой, Е. А. Морев // Дискуссия. – 2021. – № 1(104). – С. 24-30.
- [7] Баранова, Е. В. Методика обучения бакалавров педагогического образования технологиям компьютерного зрения / Е. В. Баранова, М. А. Солодкая // Новые образовательные стратегии в современном информационном пространстве: Сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 09–30 марта 2022 года. – Санкт-Петербург: Центр научно-производственных технологий «Астерион», 2022. – С. 174-180.
- [8] Государкин, Я. С. Проектное обучение школьников технологиям компьютерного зрения / Я. С. Государкин, С. А. Глазунов // Современное образование: содержание, технологии, качество. – 2021. – Т. 1. – С. 308-311.
- [9] Кудрявцев, Н. Г. Практика применения компьютерного зрения и элементов машинного обучения в учебных проектах / Н. Г. Кудрявцев, И. Н. Фролов. – Горно-Алтайск: Библиотечно-издательский центр Горно-Алтайского государственного университета, 2022. – 180 с.
- [10] Gebis G., Egbert D., Shah M. Making Computer Vision Accessible for Undergraduates // Journal of Computing Sciences in Colleges. — 2017. — Vol. 33, No. 2. — P. 51–58. — December 2017.
- [11] Hassner T., Bayaz I. Teaching Computer Vision: Bringing Research Benchmarks to the Classroom // ACM Transactions on Computing Education / The Open University of Israel. — 2015. — Vol. 14, Issue 4. — Article № 22. — DOI: 10.1145/2597627
- [12] Chowdhury T. Computational Thinking with Computer Vision: Developing AI Competency in an Introductory Computer Science Course [Электронный ресурс] // arXiv preprint, 2025. — № arXiv:2503.19006. — Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/2503.19006> (дата обращения: 10.10.2025)

- [13] Cole E., Stathatos S., Lütjens B., Sharma T., Kay J., Parham J., Kellenberger B., Beery S. Teaching Computer Vision for Ecology [Электронный ресурс] // arXiv preprint. – 2023. – № arXiv:2301.02211. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/2301.02211> (дата обращения: 10.10.2025).
- [14] Хуторской, А. В. Современная дидактика: учебник для вузов / А. В. Хуторской. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2025. – 406 с.
- [15] Смирнов, Е. И. Технология наглядно-модельного обучения математике / Е. И. Смирнов. – Ярославль: Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского, 1998. – 335 с.
- [16] Бахтина, О. И. Теоретическое обоснование функционирования методической системы электронного обучения / О. И. Бахтина, В. М. Монахов // Вестник Московского университета. Серия 20: Педагогическое образование. – 2018. – № 4. – С. 43-57.
- [17] Монахов, В. М. Введение в теорию педагогических технологий : монография / В. М. Монахов; М-во науки и образования РФ, Федер. агентство по образованию, Межвуз. центр дистанц. образования МГОПУ им. М. А. Шолохова, Волгоград. гос. пед. ун-т. – Волгоград: Перемена, 2006. – 318 с. 12
- [18] Бахтина, О. И. Формирование нового взгляда на информатизацию и научно-технологическое развитие современной теории обучения / О. И. Бахтина, В. М. Монахов // Вестник Московского университета. Серия 20: Педагогическое образование. – 2018. – № 2. – С. 60-77.
- [19] Смирнов, Е. И. Фундирование опыта в профессиональной подготовке и инновационной деятельности педагога / Е. И. Смирнов. – Ярославль: Издательство «Канцлер», 2012. – 655 с.

## References

- [1] Adamova, A. A., Zaikin, V. A., & Gordeev, D. V. (2021). Methods and Technologies of Machine Learning and Neural Networks in Computer Vision Tasks. *Neurocomputers: Development, Application*, 23(4), 25-39.
- [2] Panarin, R. N., Soloviev, A. A., & Khvorova, L. A. (2022). Application of Artificial Intelligence and Computer Vision Technologies for Solving Problems of Automation of Processing and Recognition of Biological Objects. *Izvestiya of Altai State University*, 1(123), 101-107.
- [3] Sokolov, I. V., & Piryazeva, T. V. (2025). Computer Vision Technologies in the Field of Education. In *Modern Information Technologies in Education, Science and Industry: Proceedings of the XXX International Conference. Materials of the XXVIII International Competition of Scientific and Scientific-Methodological Works. II All-Russian Competition of Projects "Immortal Regiment of Heroes of the Fatherland"* (pp. 92-96). Moscow: Ekon-Inform Publishing House.
- [4] Makarov, K. S., Chertkov, S. N., & Lukyanchikov, K. V. (2023). Conceptual Model of a Graphic Data Annotation System for Solving Computer Vision Tasks Using Machine Learning Technologies. *Auditorium*, 2(38), 23-28.
- [5] Zinnurov, A. R. (2025). Computer Vision: Modern Technologies and Development Prospects. *Trends in the Development of Science and Education*, 120-6, 24-27.
- [6] Onokoy, L. S., & Morev, E. A. (2021). Application of Computer Vision Technologies in Economics and Education. *Diskussiya*, 1(104), 24-30.
- [7] Baranova, E. V., & Solodkaya, M. A. (2022). Methodology for Teaching Computer Vision Technologies to Bachelor's Students in Pedagogical Education. In *New Educational Strategies in the Modern Information Space: Collection of Scientific Articles from the International Scientific-Practical Conference* (pp. 174-180). Saint Petersburg: Asterion Center for Scientific and Production Technologies.
- [8] Gosudarkin, Ya. S., & Glazunov, S. A. (2021). Project-Based Learning of Computer Vision Technologies for School Students. *Modern Education: Content, Technologies, Quality*, 1, 308-311.
- [9] Kudryavtsev, N. G., & Frolov, I. N. (2022). *Practice of Using Computer Vision and Machine Learning Elements in Educational Projects*. Gorno-Altai: Publishing and Library Center of Gorno-Altai State University.
- [10] Bebis, G., Egbert, D., & Shah, M. (2017). Making Computer Vision Accessible for Undergraduates. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 33(2), 51-58.
- [11] Hassner, T., & Bayaz, I. (2015). Teaching Computer Vision: Bringing Research Benchmarks to the Classroom. *ACM Transactions on Computing Education*, 14(4), Article 22. <https://doi.org/10.1145/2597627>
- [12] Chowdhury, T. (2025). Computational Thinking with Computer Vision: Developing AI Competency in an Introductory Computer Science Course. *arXiv preprint*. arXiv:2503.19006. Retrieved October 10, 2025, from <https://arxiv.org/abs/2503.19006>
- [13] Cole, E., Stathatos, S., Lütjens, B., Sharma, T., Kay, J., Parham, J., Kellenberger, B., & Beery, S. (2023). Teaching Computer Vision for Ecology. *arXiv preprint*. arXiv:2301.02211. Retrieved October 10, 2025, from <https://arxiv.org/abs/2301.02211>
- [14] Khutorskoy, A. V. (2025). *Modern Didactics: A Textbook for Universities* (3rd ed.). Moscow: Yurayt Publishing House.
- [15] Smirnov, E. I. (1998). *Technology of Visual-Model Based Teaching of Mathematics*. Yaroslavl: K.D. Ushinsky Yaroslavl State Pedagogical University.
- [16] Bakhtina, O. I., & Monakhov, V. M. (2018). Theoretical Justification for the Functioning of the Methodological System of E-Learning. *Moscow University Bulletin. Series 20: Pedagogical Education*, 4, 43-57.
- [17] Monakhov, V. M. (2006). *Introduction to the Theory of Pedagogical Technologies: A Monograph*. Volgograd: Peremena.



- [18] Bakhtina, O. I., & Monakhov, V. M. (2018). Forming a New Perspective on Informatization and Scientific-Technological Development of Modern Learning Theory. *Moscow University Bulletin. Series 20: Pedagogical Education*, 2, 60-77.
- [19] Smirnov, E. I. (2012). *Grounding Experience in the Professional Training and Innovative Activity of a Teacher*. Yaroslavl: Kantsler Publishing House.

#### Об авторах:

**Власов Дмитрий Анатольевич**, доцент кафедры моделирования и системного анализа факультета информационных технологий и анализа больших данных, ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» (125167, Российская Федерация, г. Москва, пр. Ленинградский, д. 49/2); доцент кафедры математических методов в экономике Высшей школы кибертехнологий, математики и статистики (факультет), ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» (117997, Российская Федерация, г. Москва, Стремянный пер., д. 36); доцент кафедры математического моделирования и информационных технологий Высшей школы управления, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (Российская Федерация, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6), кандидат педагогических наук, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9763-9078>, [davlasov@fa.ru](mailto:davlasov@fa.ru)

**Синчуков Александр Валерьевич**, доцент кафедры математики и анализа данных факультета информационных технологий и анализа больших данных, ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» (125167, Российская Федерация, г. Москва, пр. Ленинградский, д. 49/2); доцент кафедры ФН-12 «Математическое моделирование» научно-учебного комплекса «Фундаментальные науки», ФГАОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (105005, Российская Федерация, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, с. 1), кандидат педагогических наук, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6516-196X>, [avsinchukov@fa.ru](mailto:avsinchukov@fa.ru)

#### About the authors:

**Dmitry A. Vlasov**, Associate Professor of the Department of Modeling and System Analysis, Faculty of Information Technology and Big Data Analysis, Financial University under the Government of the Russian Federation (49/2 Leningradsky Prospekt, Moscow 125167, Russian Federation); Associate Professor of the Department of Mathematical Methods in Economics, Higher School of Cybertechnology, Mathematics and Statistics, Plekhanov Russian University of Economics (36 Stremyanny lane, Moscow 117997, Russian Federation); Associate Professor of the Department of Mathematical Modeling and Information Technology, Higher School of Management, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (6 Miklukho-Maklaya St., Moscow 117198, Russian Federation), Candidate of Pedagogical Sciences, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9763-9078>, [davlasov@fa.ru](mailto:davlasov@fa.ru)

**Alexander V. Sinchukov**, Associate Professor of the Department of Mathematics and Data Analysis, Faculty of Information Technology and Big Data Analysis, Financial University under the Government of the Russian Federation (49/2 Leningradsky Prospekt, Moscow 125167, Russian Federation); Associate Professor of the Department FN-12 "Mathematical Modeling", Scientific and Educational Complex "Fundamental Sciences", Bauman Moscow State Technical University (5/1 2-ya Baumanskaya St., Moscow 105005, Russian Federation), Candidate of Pedagogical Sciences, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6516-196X>, [avsinchukov@fa.ru](mailto:avsinchukov@fa.ru)

## Влияние использования больших языковых моделей студентами при обучении и выполнении самостоятельных работ

А. А. Куликовская<sup>1,2\*</sup>, И. В. Баранникова<sup>2</sup>, О. В. Медюшко<sup>3</sup>, А. В. Красильников<sup>2</sup>, А. И. Рыжков<sup>4</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 123182, Российская Федерация, г. Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1

<sup>2</sup> ОАНО ВО «Московский технологический институт», г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 105318, Российская Федерация, г. Москва, Измайловский вал, д. 2

<sup>3</sup> ГБОУ Школа № 1409, г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 125252, Российская Федерация, г. Москва, Ходынский б-р, д. 7

<sup>4</sup> ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 111250, Российская Федерация, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14, стр. 1

\* kulikovskaya@phystech.edu

### Аннотация

Быстрое внедрение больших языковых моделей (LLM) в образовательный процесс существенно меняет практики выполнения самостоятельных работ студентами технических направлений. Цель исследования — оценить влияние использования LLM студентами направления подготовки «Прикладная информатика» на качество обучения и предложить меры адаптации учебных программ. Проведен опрос 120 студентов 1–3 курсов (анкета из 12 вопросов) и выполнен корреляционный анализ между частотой использования LLM (в т.ч. GigaChat) и показателями освоения компетенций. Качество обучения оценивалось с использованием интегрального показателя  $Q$ , рассчитанного по пяти критериям: знание синтаксиса, аналитическое мышление, исправление ошибок, самостоятельность и критическая проверка результатов ИИ. Получено значение  $Q=0,692$ , что выше по сравнению с группами, где использование LLM ограничено консультациями преподавателя ( $Q=0,646$ ). В рамках пилотного внедрения методических мер и системы прокторинга Pandats V1 зафиксирован рост  $Q$  до 0,747 и повышение уровня самостоятельного объяснения решений. Предложены подходы к обновлению дисциплин программирования и анализа данных, ориентированные на контролируемое и критическое использование LLM.

**Ключевые слова:** LLM, большие языковые модели, прикладная информатика, программирование, образование

## Impact of the Use of Large Language Models by Students in Studying and Completing Independent Work

A. A. Kulikovskaya<sup>a,b\*</sup>, I. V. Barannikova<sup>b</sup>, O. V. Medyushko<sup>c</sup>, A. V. Krasilnikov<sup>b</sup>, A. I. Ryzhkov<sup>d</sup>

<sup>a</sup> National Research center “Kurchatov Institute for Theoretical and Experimental physics”, Moscow, Russian Federation

Address: 1 Akademika Kurchatova Sq., Moscow 123182, Russian Federation

<sup>b</sup> Moscow Technological Institute, Moscow, Russian Federation

Address: 2 Izmailovsky Val, Moscow 105318, Russian Federation

<sup>c</sup> School No. 1409, Moscow, Russian Federation

Address: 7 Khodynsky Boulevard, Moscow 125252, Russian Federation

<sup>d</sup> National Research University “Moscow Power Engineering Institute”, Moscow, Russian Federation

Address:

\* kulikovskaya@phystech.edu

### Abstract

The rapid integration of large language models (LLMs) into higher education is reshaping students approaches to independent learning and coursework in computing disciplines. This study evaluates how active LLM use affects learning quality among undergraduate students majoring in Applied Informatics and proposes curricular adaptations for controlled and critical use of generative AI tools. A survey of 120 first- to third-year students (12-item questionnaire) was conducted to capture usage frequency, purposes, and self-assessed learning outcomes. A correlation analysis was performed between LLM usage (including tools such as GigaChat) and assignment performance indicators. Learning quality was additionally measured using a composite

index  $Q$  computed across five competency criteria: programming syntax knowledge, analytical reasoning, error correction skills, independence in completing tasks, and critical evaluation of AI-generated results. The calculated value  $Q=0.692$  was higher than in groups where LLM use was restricted to instructor consultations ( $Q=0.646$ ). A pilot implementation of methodological controls and the Pandats V1 proctoring and automated testing system resulted in an increase of the average  $Q$  to 0.747 and improved students' ability to independently explain obtained solutions. The findings support a balanced integration framework combining AI-assisted planning with verification stages and explainability-focused assessment.

**Keywords:** Large Language Models, Applied Informatics, Artificial Intelligence, Programming Education, Learning Quality

---

## Введение

Современные образовательные технологии всё активнее интегрируют искусственный интеллект, а особенно большие языковые модели (Large Language Models, LLM), в процесс обучения. Студенты направления Прикладная информатика сегодня применяют языковые модели не только для генерации программного кода, но и для анализа данных, подготовки отчетов и даже интерпретации статистических результатов. По данным последних исследований [1–4], от 60 до 80 % студентов технических направлений хотя бы раз использовали LLM при выполнении заданий.

С одной стороны, LLM дают студентам мощный инструмент доступа к знаниям, структурирования информации и автоматизации задач. С другой — повышается риск снижения уровня самостоятельного мышления и неспособности объяснить результаты, полученные при помощи нейромодели. Это формирует новую педагогическую дилемму: как адаптировать учебные программы, чтобы использование LLM стало элементом развития компетенций, а не заменой процесса познания.

## Цель исследования

Цель настоящего исследования — определить влияние активного использования больших языковых моделей студентами на качество обучения и выработать рекомендации по пересмотру методики преподавания прикладной информатики с учетом интеграции LLM в учебный процесс.

Для достижения цели поставлены задачи:

- изучить характер использования LLM студентами при выполнении теоретических и практических заданий;
- выявить корреляции между частотой использования LLM и усвоением учебных компетенций;
- предложить актуализированные механизмы контроля и методические изменения дисциплин программирования, анализа данных и системного проектирования.

## Теоретический анализ

Исследования последних лет [5–8] показали, что использование LLM оказывает двойственный эффект: 1. повышает скорость выполнения задач и средние оценки по текущим контрольным мероприятиям; 2. снижает способность студентов воспроизводить знания без подсказок внешнего инструмента.

Прикладная информатика отличается практической направленностью: студенты должны уметь проектировать схемы баз данных, писать SQL-запросы, анализировать наборы данных в Python и строить отчёты [9–11]. Однако согласно опросам преподавателей, 54 % студентов не могут самостоятельно воспроизвести код, ранее сгенерированный моделью, и лишь 27 % способны объяснить ключевые части полученного решения. Вместо классической схемы обучения, в которой сначала идет понимание, затем применение на практике и завершающим этапом идет анализ, у студентов формируется схема «запрос → получение → копирование» [12], в которой отсутствует собственная когнитивная переработка информации.

## Методика исследования и результаты

В рамках исследования проведен опрос 120 студентов 1–3 курсов, обучающихся по направлению подготовки «Прикладная информатика». Анкетирование включало 12 вопросов о частоте использования LLM, источниках информации, целях применения и самооценке усвоения материала.

На рис. 1 представлено распределение целей использования больших языковых моделей студентами. Наибольшая доля приходится на выполнение задач моделирования и анализа данных и поиск информационных источников, что подтверждает преобладание утилитарного, а не исследовательского характера взаимодействия с искусственным интеллектом.

## Основные результаты опроса

| Показатель                                                                                          | Значение, % |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Регулярно используют LLM для моделирования и анализа данных                                         | 68          |
| Для написания кода и отладки                                                                        | 61          |
| Для подготовки отчётов по выполненной работе                                                        | 54          |
| Проверяют достоверность ответов                                                                     | 32          |
| Могут воспроизвести решение без LLM                                                                 | 41          |
| Понимают ограничения моделей                                                                        | 36          |
| Бытовые задачи, не связанные с обучением                                                            | 46          |
| Источник дополнительной информации, необходимой для выполнения заданий                              | 62          |
| Форматирование, фильтрация и предобработка текста в соответствии требованиями для дальнейшей работы | 38          |

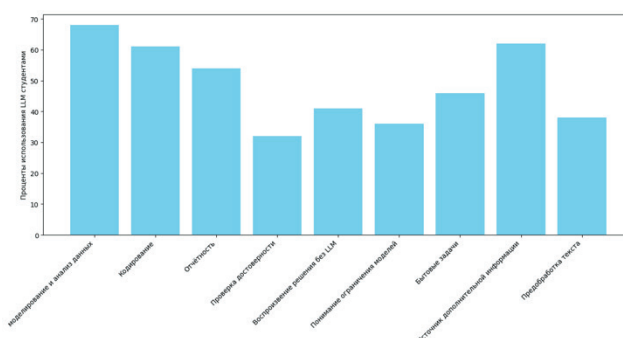


Рис. 1. Распределение частоты использования LLM студентами

Кроме того, анализ показал, что существует слабая отрицательная корреляция между частотой использования LLM и успешностью при устных экзаменах, что указывает на снижения навыков самостоятельной аргументации.

Для оценки качества усвоения компетенций использована методика [13], в которой рассматривались критерии:

1. знание синтаксиса языков программирования;
2. аналитическое мышление;
3. умение исправлять ошибки;
4. самостоятельность выполнения заданий;
5. критическая проверка результатов ИИ.

Пусть оценка критерия  $p$  студентом  $k_1$  обозначается как  $c_{pk}$ , а число студентов =  $k$ . Среднее значение критерия определяется формулой (1):

$$q_p = \frac{\sum_{k=1}^k c_{pk}}{k}, \quad (1)$$

$c_{pk}$  – оценка критерия  $p$ , полученный респондентом  $k$  (от 2 до 5);

$k$  – число респондентов.

Совокупный индекс качества обучения  $Q$  рассчитывается формулой (2):

$$Q = \frac{\sum_{n=1}^p q_p}{q_{\max}}, \quad (2)$$

где  $q_{\max}$  – максимальное значение суммы оценок.

Результаты расчета средних оценок по пяти критериям подготовки: знание синтаксиса языков программирования, аналитическое мышление, умение исправлять ошибки, самостоятельность и критическая проверка ответов приведены на рисунке 2. На основе этих показателей рассчитывается ком-

плексный индекс качества обучения  $Q$  по формулам (1) и (2). Значения показывают лёгкий перекося в сторону технических знаний при заметно более низких оценках по критериям самостоятельности и способности к критической оценке, что подтверждает необходимость адаптации учебной программы. Расчет показал:  $Q = 0.692$ , что на 7 % выше по сравнению с группами, где использование LLM ограничено только консультациями преподавателя ( $Q = 0.646$ ). Это говорит о том, что при грамотном применении языковых моделей возможно повышение эффективности обучения — при условии методического контроля.

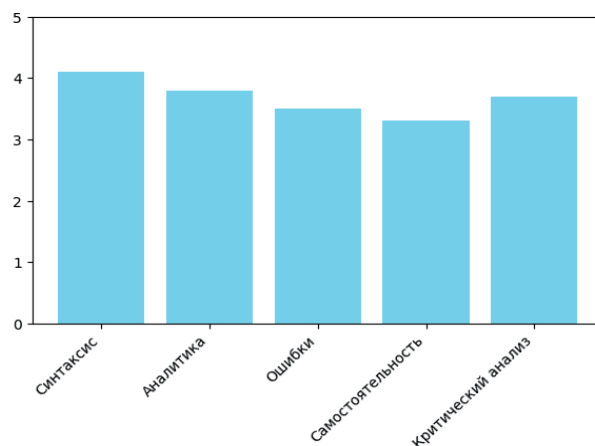


Рис. 2. Средние значения критериев знаний

## Предлагаемые варианты по адаптации учебных программ

С учётом полученных результатов целесообразно внести следующие изменения в структуру преподавания дисциплин прикладной информатики:

1. Введение модуля «Цифровое взаимодействие с искусственным интеллектом» — разбор принципов работы LLM, ограничений, этических аспектов и ошибок генерации.
2. Интеграция заданий с пояснением полученных решений. Студент обязан не только представить результат LLM, но и обосновать корректность логики и выбора алгоритма.
3. Анализ ошибок LLM как самостоятельный компонент лабораторных работ. Это повышает критическое мышление и развивает исследовательскую компетенцию.
4. Использование двойного контроля: задания делятся на два этапа: ИИпомощь (генерация идей) и контрольное тестирование (воспроизведение решения без LLM).
5. Вариативная оценка  $Q$  параметров. Преподаватели могут фиксировать коэффициент компетенций до и после применения LLM (по формулам (1)–(2)), что позволяет количественно оценить эффект.

Внедрение подобных подходов в одной из вузовских групп позволило повысить уровень самостоятельного объяснения решений с 32 до 59 %, снизить случаи некорректных цитат и увеличить  $Q$  на 0,046 пункта. Практическая проверка рекомендованных ранее мер по адаптации учебных программ была проведена в 2024–2025 гг. на факультете информационных технологий Московского технологического института. Целью эксперимента стало подтверждение эффективности методик, направленных на повышение самостоятельности студентов и развитие критического мышления при взаимодействии с большими языковыми моделями.

В ходе исследования были выбраны две дисциплины — «Программирование» и «Основы анализа данных», в рамках которых использовались различные модели ограниченного взаимодействия студентов с LLM. Особое внимание уделялось сочетанию автоматизированного контроля, аналитического осмысления ответов, полученных с помощью ИИ, и проверке воспроизводимости решений без участия модели. Одним из инструментов стала разработанная Система прокторинга и автоматизированного тестирования Pandats V1 [14], обеспечивающая контроль активности экранов студентов во время выполнения лабораторных работ. Программа выявляет обращения к внешним приложениям — браузерам, поисковым системам, языковым моделям — и временно блокирует их запуск. Система позволила контролировать не сам факт знания ответа, а степень самостоятельного выполнения заданий и глубину понимания алгоритма. Уже через месяц после внедрения комплекса отмечен рост параметра самостоятельности выполнения заданий с 0.58 до 0.81 (в относительных единицах), а доля совпадений кода между студентами снизилась на 35 %. Средний показатель качества обучения  $Q$  по формуле (2) увеличился с 0.692 до 0.747.

Другой элемент эксперимента включал создание микропроектов — небольших индивидуальных заданий, где студентам разрешалось использовать LLM на начальном этапе (постановка задачи, выбор метода), однако требовалось подробное описание логики решения и альтернативных подходов [15]. В данных проектах студенты самостоятельно выбирали себе роли и функционал в соответствии со своими областями интересов. Такая методика сочетала аналитическую деятельность и методы объ-



яснительных исследований, а именно: применение литературы, глубинное интервью, фокус-группы. Анализ конкретных случаев), возвращая студенту активную роль исследователя. В результате наблюдалось повышение показателя осознанности решений: студенты лучше аргументировали выбор алгоритмов и чаще проверяли корректность ответов, выданных языковой моделью. Для объективной оценки влияния методов было проведено сравнение контрольной и экспериментальной групп. В контрольной группе студенты могли свободно использовать LLM без ограничений, в то время как в экспериментальной — только на этапе планирования решения, без обращения к модели при написании итогового кода. Фиксировались значения усреднённого балла и качества обучения Q. Полученные различия в динамике показателей приведены на рис. 3.

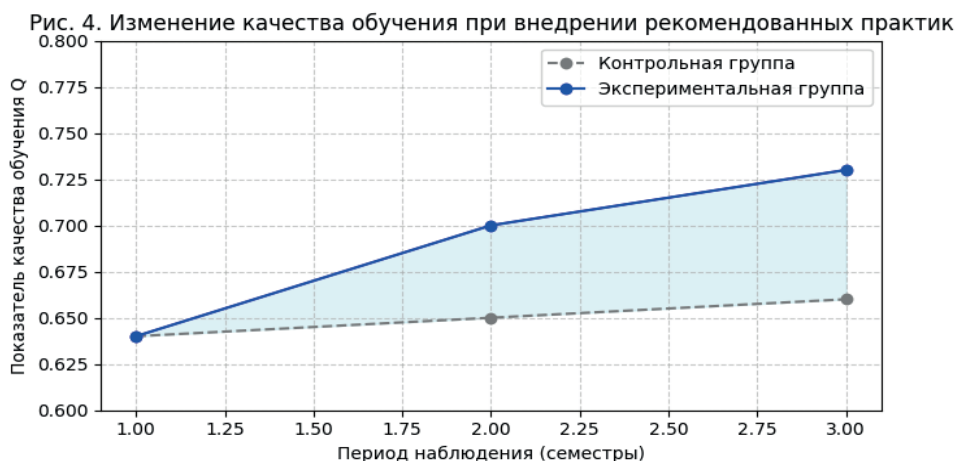


Рис. 3. Изменение качества обучения при внедрении дополнительных методов оценки работ студентов

## Заключение

Интеграция больших языковых моделей в процесс обучения студентов прикладной информатики — естественное следствие цифровизации образования. Однако их использование требует пересмотра традиционных методик преподавания. LLM необходимо рассматривать не как угрозу, а как инструмент развития компетенций при условии четких ограничений и формирования критического восприятия. Полученные результаты показывают, что при осознанном и контролируемом применении языковых моделей возможно повышение показателя качества обучения Q, но для этого образовательному сообществу следует адаптировать структуру курсов, формы отчетности и критерии оценки самостоятельности. Сознательное использование LLM формирует новое поколение специалистов, способных не только применять ИИ, но и осознавать границы его применимости, что соответствует современным тенденциям цифровизации образования, принципам современного цифрового гуманизма и требованиям рынка труда.

## Список использованных источников

- [1] Zawacki-Richter, O., Marín, V.I., Bond, M. et al. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators?. *Int J Educ Technol High Educ* 16, 39 (2019). <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- [2] Haenlein, M., & Kaplan, A. A Brief History of Artificial Intelligence. *California Management Review* (2019) DOI:10.1177/0008125619864925
- [3] Yang, Y., Zhang, X. The Effect of AI on Student Engagement in Programming Courses. *J. Educational Technology* (2021) DOI:10.22610/imbr.v16i3S(I)a.4178
- [4] Luckin, R. et al. *Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education*. Pearson, (2016) [https://www.researchgate.net/publication/299561597\\_Intelligence\\_Unleashed\\_An\\_argument\\_for\\_AI\\_in\\_Education](https://www.researchgate.net/publication/299561597_Intelligence_Unleashed_An_argument_for_AI_in_Education)
- [5] Knox, J. (2020). Artificial intelligence and education in China. *Learning, Media and Technology*, 45(3), 298–311. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1754236>
- [6] Pedro, F., Subosa, M., Rivas, A. Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities. UNESCO, (2019) <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994>
- [7] Рашевский В.Е. Специфика лингвистического исследования функционирования больших языковых моделей // *Филологический аспект: международный научно-практический журнал*. 2024. № 05 (109). Режим доступа: <https://scipress.ru/philology/articles/spetsifika-lingvisticheskogo-issledovaniya-funktsionirovaniya-bolshikh-yazykovykh-modelej.html> (Дата обращения: 20.05.2024)
- [8] Аксентов В. А. Эволюция развития нейронных сетей: прошлое, настоящее, будущее // *Вестник науки*. 2023. №8 (65). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/evolyutsiya-razvitiya-neyronnyh-setey-proshloe-nastoyashee-budushee> (дата обращения: 15.10.2025).

- [9] Akinwalere, S., Ivanov, V. Artificial Intelligence in Higher Education: Challenges and Opportunities. *Border Crossing*, (2022) DOI: <https://doi.org/10.33182/bc.v12i1.2015>.
- [10] Macgilchrist, F. (2018). Cruel optimism in edtech: when the digital data practices of educational technology providers inadvertently hinder educational equity. *Learning, Media and Technology*, 44(1), 77–86. <https://doi.org/10.1080/17439884.2018.1556217>
- [11] Howard, S. K., Mozejko, A. Teachers: technology, change, and resistance // *The Educational Forum*. 2015. Vol. 79, No. 2. P. 91-105. DOI: 10.1017/CBO9781316091968.030.
- [12] Цаунит, А. Н. Перспективы развития и применения нейронных сетей // *Молодой ученый*. 2021. № 23 (365). С. 114-117. URL: <https://moluch.ru/archive/365/81791/> (дата обращения: 31.10.2024).
- [13] Баранникова И.В., Шафоростова Е.Н. Методика оценки качества обучения в высших учебных заведениях. *Статистика и Экономика*. 2018;15(6):36-45. <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2018-6-36-45>
- [14] Система прокторинга и автоматизированного тестирования Pandats V1, Свидетельство о государственной регистрации программы на ЭВМ № 2025667988 от 10.07.2025 г.
- [15] Терехова Елена Сергеевна, Пучкова Наталья Николаевна, Новикова Любовь Валерьевна Анализ востребованности использования нейросетей для решения учебных задач // *Концепт*. 2024. №8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vostrebovannosti-ispolzovaniya-neyrosetey-dlya-resheniya-uchebnyh-zadach> (дата обращения: 15.10.2025).
- [16] В. В. Алтухов, О. А. Золотина, Ю. О. Никулина, и Т. О. Разумова, “Влияние технологий искусственного интеллекта на рынок труда в области экономики и менеджмента в России: количественный и качественный аспекты,” *Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика*, т. 60, no. 2, с. 148–177, 2025, doi: 10.55959/MSU0130-0105-6-60-2-8.
- [17] Y. Albadarin, M. Saqr, N. Pope, and M. Tukiainen, “A systematic literature review of empirical research on ChatGPT in education,” *Discover Education*, 2024, doi: 10.1007/s44217-024-00138-2.
- [18] M. Imran and N. Almusharraf, “Analyzing the role of ChatGPT as a writing assistant at higher education level: A systematic review of the literature,” *Contemporary Educational Technology*, 2023, doi: 10.30935/cedtech/13605.
- [19] Международная организация труда. Generative AI and jobs: A global analysis of potential effects on job quantity and quality (Working Paper No. 96). 2023. URL: <https://www.ilo.org/publications/generative-ai-and-jobs-global-analysis-potential-effects-job-quantity-and> (дата обращения: 15.01.2026).
- [20] Международный валютный фонд. Gen-AI: Artificial Intelligence and the Future of Work (Staff Discussion Note No. 2024/001). 2024. URL: <https://www.imf.org/en/Publications/Staff-Discussion-Notes/Issues/2024/01/14/Gen-AI-Artificial-Intelligence-and-the-Future-of-Work-542379> (дата обращения: 15.01.2026).
- [21] Ivanashko O., Kozak A., Knysh T. et al. The role of artificial intelligence in shaping the future of education: opportunities and challenges // *Futurity Education*. 2024. Vol. 4(1). P. 126–146. DOI: 10.57125/FED.2024.03.25.08.
- [22] Eaton S. E. Global trends in education: artificial intelligence, postplagiarism, and future-focused learning for 2025 and beyond // *International Journal for Educational Integrity*. 2025. DOI: 10.1007/s40979-025-00187-6.
- [23] Yusuf F. A. Trends, opportunities, and challenges of artificial intelligence in elementary education: a systematic literature review // *Journal of Integrated Elementary Education*. 2025. Vol. 5(1). P. 109–127. DOI: 10.21580/jieed.v5i1.25594.
- [24] Dos I. A systematic review of research on ChatGPT in higher education // *European Educational Researcher*. 2025. DOI: 10.31757/euer.824. [Электронный ресурс]. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1477199.pdf> (дата обращения: 15.01.2026).
- [25] Chen H. The ethical challenges of educational artificial intelligence and coping measures: a discussion in the context of the 2024 World Digital Education Conference // *Science Insights Education Frontiers*. 2024. Vol. 20(2). P. 3263–3281. DOI: 10.15354/sief.24.re339.

#### Об авторах:

**Куликовская Анна Алексеевна**, старший научный сотрудник лаборатории адронной физики, ФГБУ «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»» (123182, Российская Федерация, г. Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1); доцент кафедры информационных технологий, ОАНО ВО «Московский технологический институт» (105318, Российская Федерация, г. Москва, Измайловский вал, д. 2), кандидат физико-математических наук, ORCID: <https://orcid.org/0000000202141697>, kulikovskaya@phystech.edu

**Баранникова Ирина Владимировна**, заместитель директора колледжа по учебно-методической работе, кандидат технических наук, доцент, ОАНО ВО «Московский технологический институт» (105318, Российская Федерация, г. Москва, Измайловский вал, д. 2), ORCID: <https://orcid.org/0000000243034855>, ibarannikova@mti.moscow

**Медюшко Ольга Владимировна**, преподаватель информатики, ГБОУ Школа № 1409 (125252, Российская Федерация, г. Москва, Ходынский б-р, д. 7), ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2197-4189>, sovabirdie@mail.ru

**Красильников Андрей Вячеславович**, старший преподаватель кафедры информационных технологий, ОАНО ВО «Московский технологический институт» (105318, Российская Федерация, г. Москва, Измайловский вал, д. 2), ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1712-6458>, akrasilnikov.edu@gmail.com

**Рыжков Андрей Игоревич**, заместитель начальника отдела ресурсного обеспечения учебного процесса Института дистанционного и дополнительного образования, кандидат педагогических наук, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»» (111250, Российская Федерация, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14, стр. 1), ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1331-5358>, andrewry123@gmail.com

#### **About the authors:**

**Anna A. Kulikovskaya**, Senior Researcher of the Laboratory of Hadron Physics, National Research center “Kurchatov Institute for Theoretical and Experimental physics” (1 Akademika Kurchatova Sq., Moscow 123182, Russian Federation); Associate Professor of the Department of Information Technologies, Moscow Technological Institute (2 Izmailovsky Val, Moscow 105318, Russian Federation), Cand. Sci. (Phys.-Math.), ORCID: <https://orcid.org/0000000202141697>, kulikovskaya@phystech.edu

**Irina V. Barannikova**, Deputy Director for Academic and Methodological Affairs, Cand. Sci. (Tech.), Moscow Technological Institute (2 Izmailovsky Val, Moscow 105318, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000000243034855>, ibarannikova@mti.moscow

**Olga V. Medyushko**, Teacher of Informatics, School No. 1409 (7 Khodynky Boulevard, Moscow 125252, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2197-4189>, sovabirdie@mail.ru

**Andrey V. Krasilnikov**, Senior Lecturer of the Department of Information Technologies, Moscow Technological Institute (2 Izmailovsky Val, Moscow 105318, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1712-6458>, akrasilnikov.edu@gmail.com

**Andrey I. Ryzhkov**, Deputy Head of the Resource Support Department, Institute of Distance and Additional Education, Cand. Sci. (Ped.), National Research University “Moscow Power Engineering Institute” (14 Krasnokazarmennaya Embankment, build. 1, Moscow 111250, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1331-5358>, andrewry123@gmail.com

## Автоматизация проверки лабораторных работ

К. В. Дога<sup>1\*</sup>, Е. Р. Алексеев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Digital-агентство MADMEN, г. Краснодар, Российская Федерация

Адрес: 350020, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Красных Партизан, д. 222

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Российская Федерация

Адрес: 350040, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149

\* doga-tina.123@yandex.ru

### Аннотация

В статье представлено описание разработки программно-аппаратного комплекса для автоматизированной проверки лабораторных работ по дисциплинам «Операционные системы и компьютерные сети», «Использование свободных и отечественных операционных систем». Система реализована с использованием технологий n8n и Docker и предназначена для обучения студентов-первокурсников факультета математики и компьютерных наук КубГУ. Основное внимание уделено автоматической оценке практических заданий, выполняемых в среде Linux с использованием командной строки. Реализованы функции анализа структуры файлов, проверки прав доступа, фиксации попыток сдачи и выявления совпадений в отчётных файлах. Применение контейнеризации обеспечивает изоляцию процессов и безопасность данных. Разработанное решение позволяет повысить объективность оценивания, сократить время проверки и исключить человеческий фактор. Система полностью основана на открытых технологиях и может быть масштабирована для других дисциплин, требующих автоматизированной проверки практических навыков.

**Ключевые слова:** автоматизация проверки, лабораторные работы, операционные системы, Linux, n8n, Docker, bash-скрипты, практико-ориентированное обучение, проверка команд, контейнеризация, учебный процесс, цифровизация образования, проверка отчётов, анализ структуры каталогов, автоматическое оценивание, проверка практических навыков

## Automation of Laboratory Work Verification

K. V. Doga<sup>a\*</sup>, E. R. Alekseev<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Digital agency MADMEN, Krasnodar, Russian Federation

Address: 222 Krasny Partizan St., Krasnodar 350020, Russian Federation

<sup>b</sup> Kuban State University, Krasnodar, Russia

Address: 149 Stavropolskaya St., Krasnodar 350040, Russian Federation

\* doga-tina.123@yandex.ru

### Abstract

The article presents the development of a software and hardware complex for automated verification of laboratory works in the course "Operating Systems", "The use open-source operating systems". The system, implemented using n8n and Docker technologies, is intended for first-year students of the Faculty of Mathematics and Computer Science at Kuban State University. The focus is on the automated assessment of practical tasks performed in the Linux environment via command line operations. The system implements file structure analysis, access rights verification, attempt tracking, and report similarity detection. Containerization ensures process isolation and data security. The proposed solution improves the objectivity of assessment, reduces verification time, and eliminates human bias. Being based entirely on open-source technologies, the system can be scaled and adapted for other disciplines requiring automated evaluation of practical skills.

**Keywords:** automation of verification, laboratory work, operating systems, Linux, n8n, Docker, bash scripts, practice-oriented learning, command verification, containerization, learning process, digitalization of education, report verification, directory structure analysis, automatic evaluation, practical skills verification

## Введение

В условиях цифровизации образования и увеличения количества обучающихся перед вузами остро встаёт задача оптимизации процессов контроля знаний. Особое значение эта проблема имеет в практико-ориентированных дисциплинах, где обучение предполагает выполнение студентами последовательности действий в операционной системе и анализ полученных результатов. Проверка подобных лабораторных работ традиционно требует значительных трудозатрат со стороны преподавателя и сопровождается рисками субъективности оценивания.

Одной из сложных областей является проверка практических заданий, связанных с освоением командной строки Linux [1, 2]. Для студентов-первокурсников факультета математики и компьютерных наук Кубанского государственного университета (КубГУ) этот курс является базовым и направлен на формирование первоначальных навыков работы в Unix-подобных системах. В ходе выполнения лабораторных работ обучающиеся создают и редактируют файлы, управляют правами доступа, добавляют пользователей, работают с пакетами и службами. Проверка этих заданий вручную занимает значительное время, особенно при больших академических потоках, что снижает оперативность обратной связи и затрудняет индивидуальный контроль успеваемости.

В связи с этим возникла необходимость разработки системы, обеспечивающей автоматическую проверку лабораторных работ, выполняемых студентами в среде Linux [3]. Такая система должна гарантировать объективность оценивания, исключить влияние человеческого фактора и обеспечить возможность мгновенной обратной связи. Целью исследования является создание и апробация программно-аппаратного комплекса для автоматизированной проверки лабораторных работ по дисциплине «Использование свободных и отечественных операционных систем», ориентированного на начинающих пользователей Linux [4].

## Постановка задачи

Основная задача разработки заключалась в создании комплексного решения, способного автоматически проверять корректность выполнения студентами лабораторных заданий. Система должна выполнять следующие функции:

1. Обеспечивать взаимодействие между сервером преподавателя и компьютерами студентов.
2. Поддерживать автоматическую передачу результатов лабораторных работ на сервер.
3. Проверять наличие и структуру файлов, корректность их содержимого и соответствие заданным требованиям.
4. Формировать отчёт о результатах проверки в автоматическом режиме.
5. Сохранять статистику по каждому студенту (ФИО, количество попыток, время и дату проверки).
6. Предоставлять преподавателю уведомления о результатах сдачи и выявленных совпадениях в отчётных файлах.

Для реализации поставленной задачи необходимо было объединить несколько технологий с открытым исходным кодом, обеспечивающих автономность, надёжность и масштабируемость решения. Ключевыми компонентами стали система автоматизации [5] рабочих процессов n8n, контейнерная технология Docker [6], набор bash-скриптов [7] для запуска и реализации проверки, а также протокол ssh [8,9] для взаимодействия с клиентской и серверной сторонами.

## Архитектура и принципы функционирования системы

Предлагаемая архитектура включает два уровня — серверный и клиентский.

На сервере развёрнут контейнеризированный экземпляр n8n, выполняющий функции оркестрации процессов проверки. Инициализация окружения осуществляется при помощи серверного bash-скрипта [10], который автоматически настраивает необходимые директории, конфигурационные файлы и сетевые соединения.

На компьютеры студентов предварительно копируется клиентский скрипт, также написанный на bash. При первом запуске он выполняет локальную настройку системы, устанавливает соединение с сервером, загружает шаблон лабораторной работы и необходимые инструкции. Все методические материалы предоставляются студентам в формате PDF, что обеспечивает единообразие заданий и прозрачность процесса.

После завершения лабораторной работы студент инициирует отправку отчёта на сервер одной командой. Скрипт автоматически архивирует необходимые файлы, формирует метаданные (ФИО, дата, номер работы) и передаёт их в контейнер n8n через защищённое соединение.

## Автоматизированная проверка и логирование результатов

При получении лабораторной работы создаётся временный контейнер Docker [11], предназначенный для проведения проверки. Изоляция каждого контейнера обеспечивает безопасность и предотвращает пересечение данных между студентами.

Внутри контейнера запускается проверочный bash-скрипт [12], анализирующий структуру каталогов и файлов, их содержимое и соответствие заданным критериям. Например, для лабораторных работ по темам «Работа с файлами и каталогами» и «Права доступа» проверяется наличие файлов с опреде-



лёнными именами, корректность прав доступа, точность содержания и использование необходимых команд.

Результаты проверки формируются в отчётном файле. В случае успешного выполнения всех пунктов студент получает короткое сообщение «сдано». Если обнаружены ошибки — выводится детализированный отчёт с указанием конкретных расхождений.

Параллельно `n8n` запускает соответствующий workflow [13], который фиксирует в журнале все обращения: фамилию и имя студента, дату и время проверки, количество использованных попыток (до десяти). По достижении лимита система автоматически блокирует дальнейшие проверки и формирует запись о превышении количества попыток. Такая логика позволяет исключить злоупотребления и обеспечивает дисциплину при выполнении заданий.

### **Проверка на совпадения и контроль академической честности**

Одним из ключевых элементов системы (<https://github.com/KristinaDoga/linuxlab>) стала автоматическая проверка [14] на совпадение отчётных файлов. После успешной сдачи лабораторной работы сервер анализирует отчёты на предмет схожести содержания. При выявлении идентичных или частично совпадающих участков формируется отдельная запись в таблице учёта, где указываются фамилии студентов с похожим содержимым отчётных файлов.

Преподаватель получает автоматическое уведомление по электронной почте. В сообщение включается отчёт о сдаче работы, прикладываются отчётные файлы и указывается список совпадений, если они имеются. Такой подход обеспечивает прозрачность процесса и позволяет своевременно выявлять случаи списывания.

Кроме того, предусмотрен интерфейс для получения сводной статистики через Telegram. Преподаватель может запросить список студентов, прошедших проверку, количество попыток и общее распределение результатов по группе. Это решение не требует интеграции с LMS и сохраняет автономность системы, что особенно удобно при использовании в локальной инфраструктуре факультета.

### **Преимущества и новизна решения**

Разработанная система (<https://github.com/KristinaDoga/linuxlab>) обладает рядом преимуществ по сравнению с существующими аналогами.

Во-первых, она ориентирована на практические навыки, а не на тестирование для проверки теоретических знаний. Проверка производится на основе анализа реальных файлов и выполненных команд.

Во-вторых, использование Docker [15] обеспечивает воспроизводимость и безопасность проверочной среды. Каждый запуск выполняется в изолированном контейнере, что исключает влияние внешних факторов и гарантирует одинаковые условия проверки для всех студентов.

В-третьих, применение `n8n` позволяет гибко настраивать логику процесса, добавлять новые этапы проверки и интеграции без изменения кода. Это упрощает масштабирование решения и его адаптацию под будущие дисциплины.

В-четвёртых, система основана на открытых технологиях, не требует лицензий и может быть развёрнута на стандартных ресурсах факультета. Это делает проект доступным для внедрения даже при ограниченном бюджете.

### **Перспективы внедрения и дальнейшее развитие**

Первичное тестирование системы запланировано на февраль текущего учебного года со студентами первого курса. На этом этапе планируется оценить корректность работы всех модулей, устойчивость соединения, скорость проверки и удобство интерфейса для пользователей. Особое внимание будет уделено анализу типичных ошибок студентов [16] и формированию статистики, которая позволит уточнить критерии проверки и оптимизировать сценарии взаимодействия.

В дальнейшем предполагается развитие методов анализа отчётных файлов и повышение точности проверки. Планируется создание расширенного модуля статистики, который будет собирать и визуализировать информацию о динамике успеваемости.

### **Заключение**

Разработанная система автоматизированной проверки лабораторных работ (<https://github.com/KristinaDoga/linuxlab>) по курсу «Использование свободных и отечественных операционных систем» представляет собой эффективный инструмент поддержки учебного процесса на факультете математики и компьютерных наук КубГУ.

В отличие от традиционных систем тестирования, предложенное решение проверяет реальные практические действия [17] студентов в операционной системе семейства GNU Linux [18], что существенно повышает достоверность результатов. Автоматическая генерация отчётов, ведение журнала обращений и проверка на совпадения минимизируют участие преподавателя в рутинных операциях и позволяют сосредоточиться на анализе ошибок и индивидуальной работе с обучающимися.

В перспективе система может быть расширена за счёт внедрения интеллектуальных алгоритмов анализа отчётных данных и адаптации под другие дисциплины, где практические навыки являются клю-

чевыми. Реализация данного подхода открывает новые возможности для совершенствования образовательного процесса, развития цифровых компетенций и формирования у студентов ответственного отношения к выполнению лабораторных заданий.

Таким образом, предложенный программно-аппаратный комплекс (<https://github.com/KristinaDoga/linuxlab>) не только решает задачу автоматизации [19] проверки лабораторных работ, но и способствует повышению качества обучения, формированию навыков самостоятельной работы и укреплению принципов академической честности.

#### Список использованных источников

- [1] Коэн, Д.; Штурм, К. Linux для разработчиков: учеб. издание / Д. Коэн, К. Штурм. – Астана: Спринт Бук, 2025. – 304 с.
- [2] Основы работы в Linux : учебное пособие. – Краснодар, Кубанский государственный университет, 2025. – 88 с.
- [3] Негус, К.; Каэн, Ф. Ubuntu и Debian Linux для продвинутых: учеб. издание / К. Негус, Ф. Каэн. – СПб.: Питер, 2010. – 352 с.
- [4] Колисниченко, Д. Полное руководство по работе и администрированию: учеб. издание / Д. Колисниченко. – Санкт-Петербург: Наука и техника, 2023. – 480 с.
- [5] Половикова, О. Н. Разработка программной платформы для тестирования прикладных решений на основе технологии контейнерной виртуализации / О. Н. Половикова // Наука и инновации. – 2023.
- [6] Гош, С. Docker без секретов: учеб. издание / С. Гош. – СПб.: БХВ, 2023. – 224 с.
- [7] Ткачев, В. В. BASH. Справочное пособие: учеб. издание / В. В. Ткачев. – Москва: SelfPub, 2022. – 90 с.
- [8] Losst. Установка SSH в Ubuntu | сайт. – URL: <https://losst.pro/ustanovka-ssh-ubuntu-16-04> (дата обращения: 29.09.2025).
- [9] Losst. Как пользоваться SSH | сайт. – URL: <https://losst.pro/kak-polzovatsya-ssh> (дата обращения: 29.09.2025).
- [10] Роббинс, А. Bash. Карманный справочник системного администратора: учеб. издание / А. Роббинс. – СПб.: Альфа-книга, 2017. – 152 с.
- [11] Моуэт, Э. Использование Docker: учеб. издание / Э. Моуэт. – Москва: ДМК Пресс, 2017. – 354 с.
- [12] Олбинг, К.; Фоссен, Дж. П. Идиомы Bash: учеб. издание / К. Олбинг, Дж. П. Фоссен. – СПб.: Питер, 2023. – 208 с.
- [13] Хабр. n8n – от шаблонов и nodes до автоматизации AI agent и Telegram бота | сайт. – URL: <https://habr.com/ru/companies/amvera/articles/908332/?ysclid=mgmaomqbn6579344529> (дата обращения: 26.09.2025)
- [14] Мануилов, В. А. Автоматизация проверки лабораторных работ по программированию | электронный ресурс: сайт Томского государственного университета. – URL: <https://vital.lib.tsu.ru/vital/access/services/Download/vtls%3A000793163/SOURCE1> (дата обращения: 01.10.2025).
- [15] Контур.Школа. DOCKER для запуска приложений: учебно-методический материал | сайт. – URL: <https://school.kontur.ru/Files/userfiles/file/education-pdf/8017.pdf> (дата обращения: 03.10.2025).
- [16] Википедия. LIMS — лабораторная информационная система | статья. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/LIMS> (дата обращения: 05.10.2025).
- [17] Белов, М. А. Повышение продуктивности освоения распределённых информационных систем в виртуальной компьютерной лаборатории на основе Docker / М. А. Белов // Информационные системы и технологии. – 2018.
- [18] Шоттс, У. Командная строка Linux. Полное руководство: учеб. издание / У. Шоттс. – СПб.: Питер, 2020. – 544 с.
- [19] Государев, И. Б. К вопросу об автоматизации проверки практических заданий | статья в электронном журнале: сайт eLibrary.ru. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44269056> (дата обращения: 11.10.2025).

#### References

- [1] Cohen, D., Sturm, K. Linux for Developers: Textbook. Astana: Sprint Book, 2025. – 304 p.
- [2] Osnovy raboty v Linux : uchebnoe posobie. – Krasnodar, Kubanskij gosudarstvennyj universitet, 2025. – 88 s.
- [3] Negus, C., Caen, F. Ubuntu and Debian Linux for Advanced Users: Textbook. St. Petersburg: Piter, 2010. – 352 p.
- [4] Kolisnichenko, D. Complete Guide to Work and Administration: Textbook. St. Petersburg: Nauka i Tekhnika, 2023. – 480 p.
- [5] Polovikova, O. N. Development of a Software Platform for Testing Applied Solutions Based on Container Virtualization Technology. Science and Innovations Journal, 2023.
- [6] Ghosh, S. Docker Without Secrets: Textbook. St. Petersburg: BHV, 2023. – 224 p.

- [7] Tkachev, V. V. BASH. Reference Manual: Textbook. Moscow: SelfPub, 2022. – 90 p.
- [8] Losst. Installing SSH in Ubuntu. Website. – URL: <https://losst.pro/ustanovka-ssh-ubuntu-16-04> (accessed: 29.09.2025).
- [9] Losst. How to Use SSH. Website. – URL: <https://losst.pro/kak-polzovatsya-ssh> (accessed: 29.09.2025).
- [10] Robbins, A. Bash. System Administrator's Pocket Reference: Textbook. St. Petersburg: Alfa-Kniga, 2017. – 152 p.
- [11] Mouat, A. Using Docker: Textbook. Moscow: DMK Press, 2017. – 354 p.
- [12] Olbing, C., Fossen, J. P. Bash Idioms: Textbook. St. Petersburg: Piter, 2023. – 208 p.
- [13] Habr. n8n — from Templates and Nodes to AI Agent Automation and Telegram Bot. Website. – URL: <https://habr.com/ru/companies/amvera/articles/908332/> (accessed: 26.09.2025).
- [14] Manuilov, V. A. Automation of Laboratory Work Assessment in Programming. Electronic resource, Tomsk State University. – URL: <https://vital.lib.tsu.ru/vital/access/services/Download/vtls%3A000793163/SOURCE1> (accessed: 01.10.2025).
- [15] Kontur.School. Docker for Running Applications: Educational Material. Website. – URL: <https://school.kontur.ru/Files/userfiles/file/education-pdf/8017.pdf> (accessed: 03.10.2025).
- [16] Wikipedia. LIMS — Laboratory Information Management System. Article. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/LIMS> (accessed: 05.10.2025).
- [17] Belov, M. A. Increasing the Efficiency of Learning Distributed Information Systems in a Virtual Computer Laboratory Based on Docker. Information Systems and Technologies Journal, 2018.
- [18] Shotts, W. The Linux Command Line: A Complete Introduction. St. Petersburg: Piter, 2020. – 544 p.
- [19] Gosudarev, I. B. On the Issue of Automating the Verification of Practical Tasks. Electronic journal, eLibrary.ru. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44269056> (accessed: 11.10.2025).

#### **Об авторах:**

**Дога Кристина Вячеславовна**, ведущий разработчик, Digital-агентство MADMEN (350020, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Красных Партизан, д. 222), ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7837-3729>, [doga-tina.123@yandex.ru](mailto:doga-tina.123@yandex.ru)

**Алексеев Евгений Ростиславович**, доцент кафедры информационных образовательных технологий, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» (350040, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1385-2280>, [er.alekseev@yandex.ru](mailto:er.alekseev@yandex.ru)

#### **About the authors:**

**Kristina Vyacheslavovna Doga**, Lead Developer, Digital agency MADMEN (222 Krasny Partizan St., Krasnodar 350020, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7837-3729>, [doga-tina.123@yandex.ru](mailto:doga-tina.123@yandex.ru)

**Evgeniy Rostislavovich Alekseev**, Associate Professor of the Department of Information Educational Technologies, Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor, Kuban State University (149 Stavropolskaya St., Krasnodar 350040, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1385-2280>, [er.alekseev@yandex.ru](mailto:er.alekseev@yandex.ru)

## Использование языка программирования Julia при обучении математике и программированию

Е. Р. Алексеев\*, Ю. Р. Чуракова, И. А. Горбунова

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Российская Федерация

Адрес: 350040, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149

\*er.alekseev@yandex.ru

### Аннотация

Представлены возможности языка Julia для решения математических задач. В качестве примера подобных задач рассмотрены задачи криптографии и алгебры. Описано использование в Julia кодов программ на языках C, C++ и Fortran. Рекомендуется использовать язык Julia при обучении будущих математиков и программистов. Представлено пособие авторов «Использование языка программирования Julia для решения математических и инженерных задач».

**Ключевые слова:** Julia, JIT, REPL, численные методы, криптография, метод парабол, сеточный метод, метод Ньютона, метод Лобачевского, полиномы

## Using the Julia Programming Language in Teaching Mathematics and Programming

E. R. Alekseev\*, J. R. Churakova, I. A. Gorbunova

Kuban State University, Krasnodar, Russia

Address: 149 Stavropolskaya St., Krasnodar 350040, Russian Federation

\*er.alekseev@yandex.ru

### Abstract

The possibilities of the Julia language for solving mathematical problems are presented. Cryptography and algebra problems are considered as an example of such problems. The use of C, C++, and Fortran language program codes in Julia is described. It is recommended to use the Julia language when teaching future mathematicians and programmers. The authors' handbook "Using the Julia programming language to solve mathematical and engineering problems" is presented.

**Keywords:** Julia, JIT, REPL, numerical methods, cryptography, parabola method, grid method, Newton method, Lobachevsky method, polynomials

### Введение

Julia – современный высокоуровневый язык программирования с открытым исходным кодом, разработанный для решения научных и инженерных задач [1-4]. Он сочетает простой и интуитивно понятный синтаксис, близкий к Scilab и MATLAB, с высокой вычислительной производительностью, сопоставимой с компилируемыми языками, такими как C и Fortran. В результате разработчики получают удобный инструмент для работы с высокой производительностью.

Язык использует механизм JIT-компиляции (Just-In-Time), при котором исходный код преобразуется в машинный во время выполнения. При запуске программа работает как интерпретируемый код, но при первом вызове функции она компилируется и сохраняется в кэш для повторного использования. JIT-компилятор также оптимизирует наиболее часто выполняемые участки, повышая эффективность и скорость работы программы [5].

Возможности Julia позволяют эффективно работать с большими массивами данных и выполнять сложные вычисления с высокой точностью благодаря поддержке чисел произвольной точности, таких как BigInt и BigFloat, размер которых ограничен только объемом доступной памяти, а также комплексных чисел и операций над ними. Кроме того, язык имеет развитую экосистему библиотек и инструментов для численных вычислений, анализа и визуализации данных.

Julia поддерживает определение функций, организацию кода с помощью модулей, использование макросов и механизмов метапрограммирования. Система типизации Julia основана на динамическом определении типов, при котором тип переменной определяется во время выполнения программы. Язык также поддерживает статическую типизацию, позволяя явно задавать типы переменных. Гибкая система типизации данных, включающая динамическую и статическую типизацию, способствует оп-



тимизации вычислений и повышению надежности программного кода.

Для интерактивного выполнения кода предусмотрена среда REPL (Read–Eval–Print Loop), которая запускается непосредственно в терминале. REPL позволяет вводить команды поэтапно и получать результаты сразу после выполнения. Язык также интегрируется с популярными средами разработки, включая Geany и Jupyter Notebook.

Язык Julia является серьезной альтернативой C/C++, Fortran и Python при обучении программированию математиков, а также мощным средством для решения сложных математических задач.

### Julia при решении математических задач

Особенно хорошо язык программирования Julia проявляет себя в математических задачах, которые требуют большого количества вычислений. Этим объясняется большой интерес к языку исследователей, занимающихся защитой данных и криптографией [6].

Современная криптография предъявляет высокие требования к вычислительной эффективности и реализации математических алгоритмов, основанных на сложных задачах теории чисел. Ключевым аспектом обеспечения криптографической стойкости является работа с целыми числами чрезвычайно большой разрядности. Достаточная разрядность чисел обеспечивает экспоненциальный рост вычислительной сложности задач, лежащих в основе криптографических алгоритмов, таких как факторизация целых чисел, что делает эти задачи практически неразрешимыми и обеспечивает безопасность криптосистемы.

При реализации подобных алгоритмов на языках системного программирования, таких как C/C++, разработчик сталкивается с ограничением – недостаточностью размера встроенных целочисленных типов данных. Наибольший стандартный тип `unsigned long long int` имеет жестко заданную границу, выход за которую ведет к переполнению и, как следствие, к некорректности вычислений и критическим уязвимостям безопасности. Для устранения этой проблемы требуется привлечение сторонних библиотек для арифметики произвольной точности (например, GMP). Однако их использование требует глубокого погружения в функциональность библиотеки, поскольку модели данных и функции для работы с «длинными» числами существенно отличаются от стандартных целочисленных операций. Это не только увеличивает порог входа, но и значительно замедляет процесс разработки.

С другой стороны, интерпретируемые языки высокого уровня, такие как Python, предлагают встроенную поддержку целых чисел произвольной точности, что кардинально упрощает и ускоряет написание кода. Однако за это удобство приходится платить производительностью. Вычислительная сложность криптографических алгоритмов делает скорость их выполнения критически важным фактором. Поэтому написание кода на Python может оказаться не эффективным.

Таким образом, язык программирования Julia, сочетающий производительность, сопоставимую с C, и встроенную поддержку арифметики произвольной точности, позволяет эффективно разрабатывать криптографические алгоритмы без потери в производительности и читаемости кода.

В качестве наглядного примера реализации такого алгоритма рассмотрим RSA [7, 8] – один из первых асимметричных криптоалгоритмов [6,7], который до сих пор широко используется для обеспечения конфиденциальности и аутентификации в цифровых системах. Его изучение является фундаментальным для понимания современных принципов криптографии с открытым ключом.

На первом этапе алгоритма RSA [6] выбираются два различных простых числа  $p$  и  $q$ . Для проверки простоты можно использовать вероятностный тест Миллера-Рабина [6], обеспечивающий оптимальное соотношение скорости и надежности при достаточном количестве итераций.

Вычисляется модуль  $n=pq$ , который будет использоваться в обоих ключах. Затем определяется значение функции Эйлера  $\varphi(n)=(p-1)(q-1)$ , необходимое для генерации ключевых пар.

Открытый ключ состоит из пары  $(n, e)$ , где выбирается число  $e$ , удовлетворяющее условиям  $1 < e < \varphi(n)$  и  $\gcd(e, \varphi(n)) = 1$ . Закрытый ключ  $d$  вычисляется из соотношения  $d \equiv 1 \pmod{\varphi(n)}$ .

Открытый ключ  $(n, e)$  публикуется, а закрытый ключ  $d$  и простые числа  $p, q$  сохраняются в секрете. Открытый ключ используется для шифрования сообщения  $m$ :  $c = m^e \pmod{n}$ , а закрытый – для расшифровки сообщения  $s$ :  $m = c^d \pmod{n}$ .

Стоит отметить, что преимущества Julia для криптографии не ограничиваются встроенной арифметикой произвольной точности. Экосистема языка включает специализированные библиотеки, такие как Primes, которая предоставляет реализации фундаментальных алгоритмов теории чисел, такие как проверка и генерация простых чисел, вычисление функции Эйлера и факторизации.

Сочетание производительности, встроенной арифметики произвольной точности и специализированных библиотек делает Julia перспективным инструментом для реализации криптографических алгоритмов. Признание практической ценности Julia в криптографии подтверждается ее активным использованием в академической среде учеными по криптографии [9-13].

Другим показательным примером эффективности Julia в вычислительной математике является работа с полиномами, в частности задача нахождения корней полинома  $P_n(x) = a_0x^n + a_1x^{n-1} + \dots + a_{n-1}x + a_n = 0$ . Существует большое количество методов решения данной задачи, мы же рассмотрим реализацию трех методов в Julia: метод парабол (Мюллера) [14-15], метод Ньютона с использованием метода Лобачевского [16, 17] и сеточный метод нахождения корней.



Метод парабол (Мюллера) является точным, но требует большого количества вычислений. Его алгоритм состоит в многократном повторении следующих действий:

1. Нахождение очередного корня  $\alpha$  методом парабол [15].

2. Понижение порядка полинома путём деления многочлена на  $x - \alpha$  по схеме Горнера.

Следует учитывать, что для реализации метода парабол важно правильно запрограммировать вычисление значения полинома в точке и деление полинома на  $x - \alpha$  для чисел произвольной точности.

При программировании этого метода на C/C++, необходимо подключение библиотеки для работы с комплексными числами, чего можно избежать, если использовать Julia для нахождения корней полинома.

Альтернативой метода парабол является использование итерационных методов нахождения корней полинома. Идея состоит в следующем: методом касательных  $z_{n+1} = z_n - f(z_n)/f'(z_n)$  или каким-либо другим итерационным методом находим очередной корень и затем понижаем порядок. Самой большой проблемой при использовании метода касательных для нахождения очередного корня – это выбор начального приближения. Авторы используют два алгоритма для использования итерационных методов решения нахождения корней полинома.

### **Алгоритм 1. Совместное использования метода Лобачевского и метода касательных для нахождения корней полинома**

В общем виде алгоритм можно записать так.

1. Методом Лобачевского [17] находим точку начального приближения для поиска одного корня. Основная идея метода Лобачевского состоит в итерационном преобразовании полинома, при котором корни возводятся в квадрат, что позволяет разделить их модули [17].

2. Используя начальное приближение, найденное на предыдущем шаге, метод касательных находим очередной корень  $\alpha$ .

3. Записываем  $\alpha$  в массив корней.

4. Понижаем степень полинома путём деления его на  $z - \alpha$ .

5. Повторяем пункты 1-4 до тех, пока не найдём все корни полинома.

Совместное использование метода Лобачевского и метода касательных позволяет найти все корни, включая кратные и является альтернативой метода парабол. При наличии близко лежащих корней необходимо учитывать, что возможно придётся использовать высокоточные вычисления.

При реализации этого алгоритма возникает необходимость использования комплексных чисел и библиотек высокой точности (например, `mpfr` [18] или `gmp` [19] при программировании на C/C++). Язык программирования Julia содержит все необходимые средства в ядре — комплексные числа и типы неограниченной длины `BigInt` и `BigFloat`.

### **Алгоритм 2. Сеточный метод касательных**

Рассмотрим этот алгоритм более подробно.

1. Определяем область, где находятся все корни. Известно [20], что корни полинома лежат внутри круга радиуса  $R = 1 + A/|a_0|$ , где  $A = \max(|a_1|, |a_2|, \dots, |a_n|)$ , и за пределами круга радиуса  $r = |a_n|/(B + |a_n|)$ , где  $B = \max(|a_0|, |a_1|, \dots, |a_{n-1}|)$ .

2. В этой области строим достаточно плотную сетку, скажем,  $2n$  точек по одной координате,  $2n$  точек – по второй. Выбирая каждый узел сетки в качестве начального приближения  $z_0$ , запускаем метод касательных. Полученное решение уравнения проверяем на уникальность, уникальные решения записываем в массив решений.

Предложенный алгоритм не позволяет находить кратные корни. Модификация сеточного алгоритма для поиска кратных корней.

Шаг 1. Находим область (кольцо), внутри которого лежат корни.

Шаг 2. В этой области строим достаточно плотную сетку. Выбираем, узел сетки в качестве начального приближения и запускаем метод касательных (можно подобрать и другой численный метод приближённого нахождения корня нелинейного уравнения), находим корень  $\alpha$ .

Шаг 3. Записываем  $\alpha$  в массив корней.

Шаг 4. Понижаем степень полинома путём деления его на  $z - \alpha$ .

Шаг 5. Повторяем шаги 2-4 до тех, пока не найдём все корни полинома.

Следует учитывать тот факт, что не каждый узел сетки может быть использован в качестве начального приближения (в нём может не удовлетворяться условие сходимости итерационного процесса для метода касательных).

Поэтому более актуальным представляется использовать метод Лобачевского для нахождения начального приближения.

На взгляд авторов при программировании задачи нахождения корней полинома удобно использовать язык программирования Julia по причинам, описанным выше.

Кроме того, для работы с полиномами в Julia существует специализированный пакет `PolynomialRoots`, который вычисляет полное множество корней, включая комплексные. Рассмотренные ранее аспекты работы с криптографическими алгоритмами и полиномами демонстрируют широкие возможности языка Julia для задач вычислительной математики.

Область применения языка распространяется и на математические модели, описываемые дифференциальными уравнениями [21]. Дифференциальные уравнения составляют основу математического моделирования в различных областях науки, включая физику, инженерию, биологию и экономику. Одним из классических примеров применения обыкновенных дифференциальных уравнений является задача моделирования распределения давления в атмосфере, основанная на барометрической формуле.

Барометрическая формула [21], описывающая зависимость атмосферного давления от высоты, представляет собой показательный пример приложения обыкновенных дифференциальных уравнений в физике атмосферы. Математическая модель [21] основывается на уравнении:  $P'(h) = -Mg/(RT) P$ , где  $P$  – давление на высоте  $h$ ,  $M$  – молярный объем,  $g$  – ускорение свободного падения,  $R$  – универсальная газовая постоянная,  $T$  – температура воздуха. При заданном начальном условии  $P(0) = P_0$  решение этого уравнения имеет аналитическую форму:  $P(h) = P_0 e^{-Mg/(RT)h}$ . Однако в более сложных моделях атмосферы, где температура  $T$  является функцией высоты  $h$ , аналитическое решение может быть затруднено, что приводит к необходимости численного решения дифференциального уравнения.

Для численного решения дифференциальных уравнений в языке программирования Julia используется пакет DifferentialEquations, обеспечивающий реализацию широкого набора численных методов дифференцирования. Полученные результаты могут быть графически представлены с использованием библиотек Plots или PyPlot, которые обеспечивают построение двумерных и трехмерных графиков, что позволяет наглядно представить распределение давления по высоте. Использование вычислительных методов и средств визуализации в среде Julia создает эффективную платформу для решения задач математического моделирования в научных исследованиях.

Имеет смысл использовать Julia при программировании численных алгоритмов решения уравнений математической физики [22].

Таким образом, проведенный анализ демонстрирует, что язык программирования Julia представляет собой эффективный инструмент для решения широкого спектра математических задач. Язык программирования Julia находит успешное применение в разнообразных научных областях, включая криптографию, компьютерную алгебру, химическую кинетику, моделирование физических процессов, астрофизические расчеты и анализ биологических систем. Имеет смысл знакомить с ним в университетах будущих математиков, физиков, инженеров и преподавателей математики, физики, инженерных дисциплин. Авторами написано учебное пособие «Использование языка программирования Julia для решения математических и инженерных задач» [22]. В Кубанском государственном университете будущие учителя математики и информатики знакомятся с Julia в курсе «Математические пакеты и их применение в естественнонаучном образовании». Имеет смысл знакомить с Julia и будущих программистов.

### Язык программирования Julia в обучении программированию

Julia представляет собой современный высокоуровневый язык программирования, обладающий уникальными характеристиками, которые делают его перспективным инструментом для образовательного процесса. Благодаря простому синтаксису, язык обеспечивает плавный вход в программирование для студентов. Имеет смысл включать знакомство с Julia в программистские дисциплины будущих ИТ-специалистов.

Особый интерес для образования представляет способность Julia работать с библиотеками, написанными на C/C++ и Fortran [22]. Так как при решении вычислительно сложных задач часто возникает необходимость использовать высокопроизводительные библиотеки, реализованные на C, C++ или Fortran. Julia предоставляет возможность прямого взаимодействия с такими библиотеками, позволяя вызывать их функции прямо из кода без потерь производительности.

Для демонстрации работы с библиотеками C/C++ рассмотрим типичный алгоритм использования. Предположим, у нас имеется скомпилированная библиотека library.so, содержащая функцию function\_name, которая принимает аргументы arg1, arg2, ..., argn типов arg\_type1, arg\_type2, ..., arg\_typen и возвращает значение типа return\_type, тогда использование данной библиотеки в коде на Julia осуществляется следующим образом:

```
ccall(:function_name, "library.so", return_type, (arg_type1, arg_type2, ..., arg_typen), arg1, arg2, ..., argn)
```

Для Fortran-библиотек сохраняется аналогичный синтаксис, однако необходимо учитывать специфику именования функций. Стандартные компиляторы Fortran автоматически добавляют символ подчеркивания к именам функций. Таким образом, функция, объявленная в исходном коде как function\_name, в скомпилированной библиотеке будет доступна под именем function\_name\_.

Благодаря механизму вызова внешних функций в Julia появляется возможность писать код на C/C++ и Fortran непосредственно в файлах Julia. Для этого достаточно создать специализированный макрос, который автоматизирует процесс работы с внешним кодом.

Пример авторской реализации макроса для работы с кодом на C в файле heading.jl представлен ниже.

```
macro C(str_expr)
    str = eval(str_expr)
    file = tempname() * ".c"
    lib = tempname() * ".so"
```

```

open(file, "w") do f
    write(f, str)
end
run(`gcc -shared -fPIC -o $lib $file -lgmp`)
return :(ccall(:main, $lib), Cvoid, ()))
end

```

Макрос для работы с С кодом принимает строковое выражение с исходным кодом, создает временный файл с расширением .c, компилирует его в библиотеку с помощью gcc и вызывает функцию main из скомпилированной библиотеки.

Для использования данного макроса в основном файле Julia достаточно объявить его подключение в начале файла с помощью директивы include.

```
include("heading.jl")
```

После этого можно вставлять код на С в тело программы на Julia, используя синтаксис макроса с многострочными строковыми литералами. Шаблон может выглядеть так:

```
include("heading.jl")
```

```
@C raw"""
```

```
//код на С
```

```
«»»
```

При работе с кодом на Fortran важно учитывать, что в отличие от C/C++, в Fortran отсутствует базовая функция main в том виде, в котором она существует в языках семейства C. Для интеграции Fortran-кода в Julia необходимо вручную определить основную функцию, которая будет выполнять роль точки входа. Она объявляется как обычная функция без параметров.

Пример реализации макроса для работы с кодом на Fortran в файле heading.jl представлен ниже.

```

macro F(str_expr)
    str = eval(str_expr)
    file = tempname() * ".f90"
    lib = tempname() * ".so"
    open(file, "w") do f
        write(f, str)
    end
    run(`gfortran -shared -fPIC -o $lib $file`)
    return :(ccall(:main_, $lib), Cvoid, ()))
end

```

После этого можно вставлять код на Fortran в тело программы на Julia.

```
include("heading.jl")
```

```
@F raw"""
```

```
код на Фортране
```

```
«»»
```

Примеры кодов программ совместного использования Julia и C, Julia и Fortran можно увидеть на сайте [https://github.com/JuliaChurakova/using\\_c\\_fortran\\_in\\_julia](https://github.com/JuliaChurakova/using_c_fortran_in_julia).

Но возможность вызывать библиотеки C есть не только в Julia, но и в Python. Рассмотрим подобную реализацию. Пусть у нас есть библиотека, написанная на языке C library.so, и мы хотим вызвать её из Python. Для этого нам понадобится библиотека ctypes, подключим её:

```
import ctypes
```

После чего мы можем подключить нужную нам библиотеку:

```
lib = ctypes.CDLL('./library.so')
```

Теперь, чтобы использовать функции, хранящиеся в ней, нам необходимо будет использовать оператор lib, например:

```
lib.my_c_function()
```

Таким образом, в Python действительно можно подключать библиотеки C, но существует существенный недостаток такого решения. В случае Julia работа с библиотеками происходит на уровне базового ядра с помощью оператора ccall, а в Python мы вынуждены подключать специальные библиотеки (ctypes, CFFI, pybind11 и другие), в каждой из которых есть свои особенности. Вызов функции из Julia осуществляется напрямую, в то время как в Python зачастую будет требоваться дополнительное преобразование данных к нужным типам и обратно, из-за чего программа может существенно потерять скорость исполнения. Кроме того, Julia может напрямую работать с указателями, то есть мы можем передать массив данных из Julia в C и обратно, в Python же такие объекты как list, например, должны пройти через специальные преобразования. Кроме того, Julia позволяет использовать базовые команды C для ввода-вывода информации, в Python же с этим возникают сложности.

Авторами разработан курс по языку Julia, который доступен всем желающим по адресу <https://github.com/JuliaChurakova/Julia>.

## Заключение

Рассмотренные выше некоторые возможности языка Julia позволяют рекомендовать использовать его в научных исследованиях. Авторами разработан учебный курс по Julia [22], который доступен всем желающим. В Кубанском государственном университете язык программирования Julia преподаётся в рамках курса «Математические пакеты и их применение в естественнонаучном образовании».

## Список использованных источников

- [1] Julia packages: сайт. – URL: <https://juliapackages.com/> (дата обращения: 28.10.2025).
- [2] Учебник Julia: сайт. – URL: <https://nweb42.com/books/julia/> (дата обращения: 28.10.2025).
- [3] Малькольм Шеррингтон. Осваиваем язык Julia. М.: ДМК Пресс, 2017. – 416с.
- [4] Энгхейм Эрик. Julia в качестве второго языка программирования. М.: ДМК Пресс, 2023. – 446с.
- [5] Julia в машинном обучении: база: сайт. – URL: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/789174/> (дата обращения 28.10.2025)
- [6] Брюс Шнайер. Прикладная криптография: протоколы, алгоритмы, исходный код на языке С. М.: Диалектика-Вильямс, 2019. – 1040с.
- [7] Rivest R., Shamir A., Adleman L. A method for obtaining digital signatures and public-key cryptosystems (англ.) // Communications of the ACM – New York City: Association for Computing Machinery, 1978. – Vol. 21, Iss. 2. – p. 120-126. – ISSN 0001-0782; 1557-7317 – doi:10.1145/359340.359342.
- [8] RSA простыми словами и в картинках : сайт. – URL: <https://habr.com/ru/articles/745820/> (дата обращения: 28.10.2025).
- [9] Рожков, А. В. Экспериментальная математика и язык julia - вычисления в криптографии / А. В. Рожков, Р. Б. Руссу // Наука. Информатизация. Технологии. Образование : материалы XV международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 28 февраля – 04 2022 года. – Екатеринбург: Российский государственный профессионально-педагогический университет, 2022. – С. 121-131. – EDN WSJWAQ.
- [10] Рожков, А. В. Алгоритм RSA уточнения и вычисления в среде Julia / А. В. Рожков, А. А. Овчинникова // Математика и математическое образование в эпоху цифровизации : материалы XIII Всероссийской с международным участием научно-методической конференции, Красноярск, 14–15 ноября 2024 года. – Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2024. – С. 89-93. – EDN НТQJIM.
- [11] Филонцева, Е. О. Теория чисел на платформе языка Julia / Е. О. Филонцева // Вопросы математики, методики ее преподавания и цифровизации образования в учебно-исследовательских работах : Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов и магистрантов вузов, Пермь, 05 апреля 2022 года. Том Выпуск 15. – Пермь: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет", 2022. – С. 23-24. – EDN JRTRNR.
- [12] Рожков, А. В. Экспериментальная теория чисел – вычисления в программной среде Julia – I / А. В. Рожков, Н. В. Потапова, Е. А. Оконешникова // Информационные технологии в математике и математическом образовании : Материалы VIII Всероссийской с международным участием научно-методической конференции, посвященной 80-летию профессора Ларина Сергея Васильевича, Красноярск, 13–14 ноября 2019 года / Ответственный редактор В.Р. Майер; Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева. Том Часть 1. – Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2019. – С. 10-15. – EDN DUQFUW.
- [13] Рожков, А. В. Язык программирования Julia – современное средство обучения математике / А. В. Рожков, И. Л. Ойнас, М. В. Цалюк // Математика и математическое образование в эпоху цифровизации : материалы XII Всероссийской с международным участием научно-методической конференции, Красноярск, 09–10 ноября 2023 года. – Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2023. – С. 117-122. – EDN ZMRYWK.
- [14] Квасов Б.И. Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab. – СПб: Лань, 2016. – 328с.
- [15] Алексеев, Е. Р. Scilab: Решение инженерных и математических задач. Описание языка программирования Scilab / Е. Р. Алексеев, К. В. Дога, О. В. Чеснокова. – Москва : ООО "ДМК Пресс. Электронные книги", 2024. – 442 с. – ISBN 978-5-93700-271-6. – EDN HZCIIA.
- [16] Лобачевский Н.И. Полное собрание сочинений: [в 5 т.] / Н.И.Лобачевский ; гл. ред. В.Ф.Каган; под общ. ред. В.Ф.Кагана, А.П.Котельникова, В.В.Степанова [и др.]. – Москва; Ленинград: Гостехиздат, 1946-1951.
- [17] Загускин В.Л. Справочник по численным методам решения уравнений. – М.:Физматгиз, 1960. – 216 с.
- [18] The GNU MPFR Library: сайт. – URL: <https://www.mpfr.org/> (дата обращения: 28.10.2025).
- [19] The GNU MP Bignum Library: сайт. – URL: <https://www.gmpmath.org/> (дата обращения: 28.10.2025).
- [20] И. С. Березин, Н. П. Жидков. Методы вычислений, т. II. – М.Государственное издательство физико-математической литературы, 1959. – 620 с.



- [21] Ершов, Н. М. Дифференциальные уравнения в прикладных задачах / Н.М. Ершов. – М.: ДМК Пресс, 2021. – 360 с.
- [22] Использование языка программирования Julia для решения математических и инженерных задач: сайт. – URL: <https://github.com/JuliaChurakova/Julia/tree/main> (дата обращения: 28.10.2025).

## References

- [1] Julia packages: сайт. – URL: <https://juliapackages.com/> (data obrashcheniya: 28.10.2025).
- [2] Uchebnik Tutorial: сайт. – URL: <https://nweb42.com/books/julia/> (data obrashcheniya: 28.10.2025).
- [3] Mal'kol'm Sherrington. Osvaivaem yazyk Julia. M.: DMK Press, 2017. – 416s. Ehnghejm Ehrik. Julia v kachestve vtorogo yazyka programmirovaniya. M.: DMK Press, 2023. – 446s.
- [4] Engheim Eric. Julia as a second programming language. M.: DMK Press, 2023. – 446 p.
- [5] Julia v mashinnom obuchenie: baza: сайт. – URL: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/789174/> (data obrashcheniya 28.10.2025).
- [6] Bryus Shnajer. Prikladnaya kriptografiya: protokoly, algoritmy, iskhodnyj kod na yazyke C. M.: Dialektika-Vil'yams, 2019. – 1040s.
- [7] Rivest R., Shamir A., Adleman L. A method for obtaining digital signatures and public-key cryptosystems // Communications of the ACM – New York City: Association for Computing Machinery, 1978. – Vol. 21, Iss. 2. – P. 120—126. – ISSN 0001-0782; 1557-7317 – doi:10.1145/359340.359342.
- [8] RSA prostymi slovami i v kartinkakh : сайт. – URL: <https://habr.com/ru/articles/745820/> (data obrashcheniya: 28.10.2025).
- [9] Rozhkov, A. V. Ehksperimental'naya matematika i yazyk julia - vychisleniya v kriptografii / A. V. Rozhkov, R. B. Russu // Nauka. Informatizaciya. Tekhnologii. Obrazovanie : materialy XV mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Ekaterinburg, 28 fevralya – 04 2022 goda. – Ekaterinburg: Rossijskij gosudarstvennyj professional'no-pedagogicheskij universitet, 2022. – S. 121-131. – EDN WSJWAQ.
- [10] Rozhkov, A. V. Algoritm RSA utochneniya i vychisleniya v srede Julia / A. V. Rozhkov, A. A. Ovchinnikova // Matematika i matematicheskoe obrazovanie v ehpokhu cifrovizacii : materialy XIII Vserossijskoj s mezhdunarodnym uchastiem nauchno-metodicheskoy konferencii, Krasnoyarsk, 14–15 noyabrya 2024 goda. – Krasnoyarsk: Krasnoyarskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet im. V.P. Astaf'eva, 2024. – S. 89-93. – EDN HTQJIM.
- [11] Filonceva, E. O. Teoriya chisel na platforme yazyka Julia / E. O. Filonceva // Voprosy matematiki, metodiki ee prepodavaniya i cifrovizacii obrazovaniya v uchebno-issledovatel'skikh rabotakh : Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov i magistrantov vuzov, Perm', 05 aprelya 2022 goda. Tom Vypusk 15. – Perm': Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Permskij gosudarstvennyj gumanitarno-pedagogicheskij universitet», 2022. – S. 23-24. – EDN JRTRNR.
- [12] Rozhkov, A. V. Ehksperimental'naya teoriya chisel – vychisleniya v programmnoj srede Julia – I / A. V. Rozhkov, N. V. Potapova, E. A. Okoneshnikova // Informacionnye tekhnologii v matematike i matematicheskom obrazovanii : Materialy VIII Vserossijskoj s mezhdunarodnym uchastiem nauchno-metodicheskoy konferencii, posvyashchennoj 80-letiyu professora Larina Sergeya Vasil'evicha., Krasnoyarsk, 13–14 noyabrya 2019 goda / Otvetstvennyj redaktor V.R. Majer; Krasnoyarskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet im. V.P. Astaf'eva. Tom Chast' 1. – Krasnoyarsk: Krasnoyarskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet im. V.P. Astaf'eva, 2019. – S. 10-15. – EDN DUQFUW.
- [13] Rozhkov, A. V. Yazyk programmirovaniya Julia – sovremennoe sredstvo obucheniya matematike / A. V. Rozhkov, I. L. Ojnas, M. V. Calyuk // Matematika i matematicheskoe obrazovanie v ehpokhu cifrovizacii : materialy XII Vserossijskoj s mezhdunarodnym uchastiem nauchno-metodicheskoy konferencii, Krasnoyarsk, 09–10 noyabrya 2023 goda. – Krasnoyarsk: Krasnoyarskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet im. V.P. Astaf'eva, 2023. – S. 117-122. – EDN ZMRYWK.
- [14] Kvasov B.I. Chislennyye metody analiza i linejnoy algebry. Ispol'zovanie Matlab i Scilab. – SPb: Lan', 2016. – 328s.
- [15] Alekseev, E. R. Scilab: Reshenie inzhenernykh i matematicheskikh zadach. Opisanie yazyka programmirovaniya Scilab / E. R. Alekseev, K. V. Doga, O. V. Chesnokova. – Moskva : OOO "DMK Press. Ehlektronnye knigi», 2024. – 442 s. – ISBN 978-5-93700-271-6. – EDN HZCIIA.
- [16] Lobachevskij N.I. Polnoe sobranie sochinenij: [v 5 t.] / N.I.Lobachevskij ; gl. red. V.F.Kagan; pod obshch. red. V.F.Kagana, A.P.Kotel'nikova, V.V.Stepanova [i dr.]. – Moskva; Leningrad: Gostekhizdat, 1946-1951.
- [17] Zaguskin V.L. Spravochnik po chislennym metodam resheniya uravnenij. – M.:Fizmatgiz, 1960. – 216 s.
- [18] The GNU MPFR Library: сайт. – URL: <https://www.mpfr.org/> (data obrashcheniya: 28.10.2025).
- [19] The GNU MP Bignum Library: сайт. – URL: <https://www.gmpmath.org/> (data obrashcheniya: 28.10.2025).
- [20] I. C. Berezin, N. P. Zhidkov. Metody vychislenij, t. II. – M.Gosudarstvennoe izdatel'stvo fiziko-matematicheskoy literatury, 1959. – 620 s.
- [21] Ershov, N. M. Differencial'nye uravneniya v prikladnykh zadachakh / N.M. Ershov. – М.: ДМК Пресс, 2021. – 360 s.
- [22] Ispol'zovanie yazyka programmirovaniya Julia dlya resheniya matematicheskikh i inzhenernykh zadach: сайт. – URL: <https://github.com/JuliaChurakova/Julia/tree/main> (data obrashcheniya: 28.10.2025).



### **Об авторах:**

**Алексеев Евгений Ростиславович**, доцент кафедры информационных образовательных технологий, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» (350040, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1385-2280>, [er.alekseev@yandex.ru](mailto:er.alekseev@yandex.ru)

**Чуракова Юлия Романовна**, студент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» (350040, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149), ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0820-1592>, [jusya05@mail.ru](mailto:jusya05@mail.ru)

**Горбунова Ирина Алексеевна**, студент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» (350040, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149), ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9195-4026>, [irinaalekseevna2004@gmail.com](mailto:irinaalekseevna2004@gmail.com)

### **About the authors:**

**Evgeniy Rostislavovich Alekseev**, Associate Professor of the Department of Information Educational Technologies, Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor, Kuban State University (149 Stavropolskaya St., Krasnodar 350040, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1385-2280>, [er.alekseev@yandex.ru](mailto:er.alekseev@yandex.ru)

**Julia Romanovna Churakova**, Student, Kuban State University (149 Stavropolskaya St., Krasnodar 350040, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9284-7361>, [jusya05@mail.ru](mailto:jusya05@mail.ru)

**Irina Alekseevna Gorbunova**, Student, Kuban State University (149 Stavropolskaya St., Krasnodar 350040, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9195-4026>, [irinaalekseevna2004@gmail.com](mailto:irinaalekseevna2004@gmail.com)

## E-learning и информационные технологии в математическом образовании будущих инженеров техносферной безопасности

**Е. Н. Трофимец**

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Адрес: 196105, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149  
ezemifort@inbox.ru

### Аннотация

**Введение.** Цифровая трансформация образования требует внедрения современных технологий в подготовку инженеров техносферной безопасности. Особую значимость это приобретает при обучении математическим дисциплинам, которые лежат в основе моделирования рисков, прогнозирования чрезвычайных ситуаций (ЧС) и принятия решений в кризисных условиях. Цель исследования: анализ возможностей E-learning и информационных технологий (ИТ) для повышения эффективности математической подготовки будущих инженеров техносферной безопасности, включая методы адаптивного обучения, виртуальные симуляторы и работу с большими данными.

**Материалы и методы.** В работе использованы системный анализ образовательных технологий, обзор цифровых платформ.

**Результаты исследования.** Выявлены ключевые ИТ-решения, наиболее эффективные для математического образования: виртуальные лаборатории для моделирования ЧС (пожаров, химических аварий); адаптивные курсы с использованием искусственного интеллекта (AI); интерактивные тренажеры на основе данных реальных аварий; интеграция Big Data и аналитических инструментов (Python, R) в учебный процесс.

**Обсуждение и заключение.** Внедрение E-learning и ИТ в математическое образование инженеров техносферной безопасности позволяет: повысить качество усвоения сложных дисциплин за счет интерактивности и наглядности; отрабатывать практические навыки в безопасной виртуальной среде; обеспечить гибкость обучения, особенно для заочной и смешанной форм. Перспективными направлениями развития являются AI-тьюторы, цифровые двойники для моделирования аварий и блокчейн-сертификация знаний.

**Ключевые слова:** информационные технологии, E-learning, математическое образование, техносферная безопасность, дифференциальное уравнение

## E-learning and Information Technologies in Mathematical Education of Future Technosphere Safety Engineers

**E. N. Trofimets**

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russian Federation

Address: 149 Moskovsky Prospekt, Saint-Petersburg 196105, Russian Federation  
ezemifort@inbox.ru

### Abstract

**Introduction.** The digital transformation of education requires the introduction of modern technologies in the training of engineers in technosphere safety. This is especially important when teaching mathematical disciplines, which are the basis for risk modeling, forecasting of emergencies (EM), and decision-making in crisis situations. Research objective: analysis of the possibilities of E-learning and information technologies (IT) to improve the effectiveness of mathematical training of future engineers of technosphere safety, including adaptive learning methods, virtual simulators and working with big data.

**Materials and Methods.** The work uses a systematic analysis of educational technologies and a review of digital platforms.

**Results.** Key IT solutions that are most effective for mathematical education have been identified: virtual laboratories for modeling emergencies (fires, chemical accidents); adaptive courses using artificial intelligence (AI); interactive simulators based on real-life accident data; and the integration of Big Data and analytical tools (Python, R) into the learning process.

**Discussion and Conclusion.** The introduction of E-learning and IT in the mathematical education of engineers of technosphere safety allows: to improve the quality of assimilation of complex disciplines due to interactivity and visibility; to practice practical skills in a safe virtual environment; to provide flexibility of training, especially

for correspondence and blended forms. Promising areas of development are AI tutors, digital twins for accident modeling and blockchain certification of knowledge.

**Keywords:** information technology, E-learning, mathematical education, technosphere safety, differential equation text, text, text

---

## Введение

Современные вызовы техносферной безопасности в XXI веке требуют от инженеров: глубоких математических знаний (моделирование рисков, статистика чрезвычайных ситуаций), владения цифровыми инструментами (Big Data, AI, симуляторы), навыков работы в виртуальных средах (VR-тренажеры, цифровые двойники). Важными инструментами для инженера техносферной безопасности становятся математика и ИТ. Математика и информационные технологии неразрывно связаны между собой. Информационные технологии при изучении высшей математики будущих инженеров техносферной безопасности являются неотъемлемой частью в образовательном процессе, сочетающим традиционные и инновационные методы обучения. Инженеры по техносферной безопасности в современном мире цифровых инструментов должны быстро ориентироваться и владеть новыми технологиями. E-learning особенно актуально для заочной формы обучения по направлению подготовки 20.00.00 «Техносферная безопасность и природообустройство». Гибкость, доступность, практико-ориентированность составляют основу ключевых моментов E-learning. Целевой аудиторией по вышеуказанному направлению подготовки в вузах МЧС России являются, как правило, действующие сотрудники МЧС. В данной статье фокус внимания будет смещен на подготовку будущих инженеров техносферной безопасности в вузах МЧС России.

## Материалы и методы

В образовательных организациях МЧС России в процессе подготовки специалистов инженерно-технического профиля по очной и заочной формам обучения дисциплина «Высшая математика» изучается на первом и втором курсах. На старших курсах обучающиеся должны уметь применять математический аппарат для решения профессионально-ориентированных и ситуационных задач в специальных и общепрофессиональных дисциплинах. Процесс обучения в Санкт-Петербургском университете Государственной противопожарной службы МЧС России по заочной форме проходит в дистанционном формате на платформе Pruffme, поэтому актуальность цифровых технологий связана и с использованием видеоматериалов, созданных на онлайн-платформе. Видеоматериалы помогают оперативному усвоению базовых понятий, определений, формул, методов высшей математики.

Классические методы проведения практических занятий усиливаются инновационными методами [1-9]. Такой подход к проведению занятий позволяет развивать цифровую образовательную среду математического образования, повышает у обучающихся интерес к высшей математике и настраивает на усвоение базовых понятий, определений, формул, теорем. Следует приумножать составляющую, связанную в процессе обучения высшей математики с применением цифровых технологий, чтобы на протяжении освоения основной профессиональной образовательной программы обучающиеся смогли применять математический инструмент в «нужное время» и в «нужном месте». Но есть и трудности в процессе развития цифровой образовательной среды математического образования, которые стоит преодолевать совместно преподавателям и обучающимся.

На тернистом пути освоения высшей математики обучающимися по техносферной и пожарной безопасности присутствуют факторы слабой математической подготовки по элементарной математике и недостаточное количество часов, отведенное учебными планами на изучение высшей математики. Дисциплина «Высшая математика» для направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» в объеме 8 зачетных единиц (аудиторные занятия 126 часов: 46 ч. лекций, 80 ч. практических занятий) и 10 зачетных единиц для специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность» (аудиторные занятия 144 ч.: 54 ч. лекций, 90 ч. практических занятий). 126 ч. и 144 ч. аудиторных занятий недостаточно, чтобы научить владеть инструментами высшей математики будущих инженеров техносферной и пожарной безопасности, учитывая, что уровень элементарной математической подготовки обучающихся слабый.

Как и чему можно научить слушателей заочной формы обучения в дистанционном формате за короткий промежуток времени – 24 часа аудиторных занятий (8 часов лекций и 16 часов практических занятий) по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность» и направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» с учетом слабого уровня математической подготовки?

Высказывание русского педагога К.Д. Ушинского: «Голова, наполненная отрывочными, бессвязными знаниями, похожа на кладовую, в которой все в беспорядке и где сам хозяин ничего не отыщет; голова, где только система без знания, похожа на лавку, в которой на всех ящиках есть надписи, а в ящиках пусто». Как сделать так, чтобы «ящики не были пустыми», а была хорошо организованная система математических знаний у будущих инженеров техносферной и пожарной безопасности?

Первый аспект улучшения качества математического образования инженеров техносферной и пожарной безопасности в условиях развития цифровой образовательной среды связан с разработкой виде-

оконтента для очной и заочной форм обучения на платформе Pruffme. Видео контент помогает оперативному усвоению базовых понятий, определений, формул и методов высшей математики. В докладе представлен разбор темы «Матрицы и определители». Лекция-вебинар по данной теме продолжительностью 90 минут позволяет не только дать основные понятия, определения, но и организовать обратную связь с обучающимися в виде тест-опроса. В начале лекции слушатели скачивают основные материалы к лекции: презентацию, справочный материал, учебное пособие «Высшая математика: практикум по выполнению расчетно-графических работ», ссылки на учебную литературу в электронной библиотечной системе университета. Тема лекции и подгрузочные файлы приведены на рисунке 1.

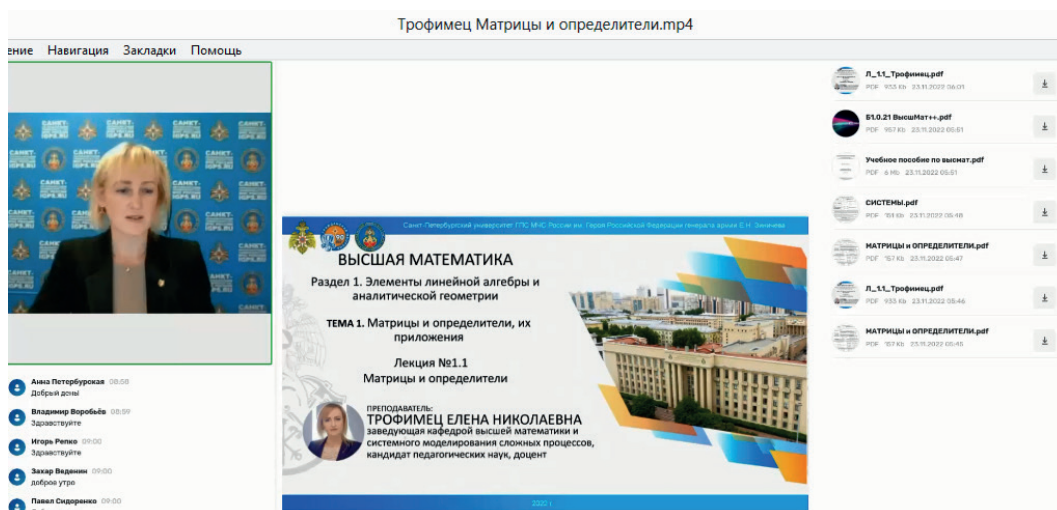


Рис. 1. Фрагмент начала лекции по теме «Матрицы и определители»

Преподаватель должен качественно подготовиться к вебинару: расписать сценарий проведения вебинара поминутно, начиная с приветствия обучающихся.

Затем, озвучив цели лекции, учебные вопросы, литературу, приступить к изучению учебных вопросов лекции.

У платформы Pruffme очень удобный для пользователей онлайн-интерфейс. Можно проводить интересные интерактивные как лекции, так и практические занятия. Инструменты данной платформы: показ математических формул, графиков, видеофрагментов, интерактивные доски, инструменты для ввода формул, написания и редактирования текстов, возможности записей и архивирования вебинаров для использования при подготовке к экзамену и для тех, кто не смог виртуально посетить вебинар в режиме прямой трансляции.

Обучающиеся на протяжении всего вебинара могут задавать вопросы в чате. Интерактивное перо и указка позволяют преподавателю акцентировать внимание слушателей на особо важных моментах лекции. Например, по определению матрицы и ее видов преподаватель, используя перо и указку выделяет самые значимые моменты (Рис. 2). При повторном просмотре вебинара в записи, обучающиеся могут более детально для себя уяснить и повторить соответствующий материал. Просмотры вебинаров в записи доступны обучающимся в любое время.

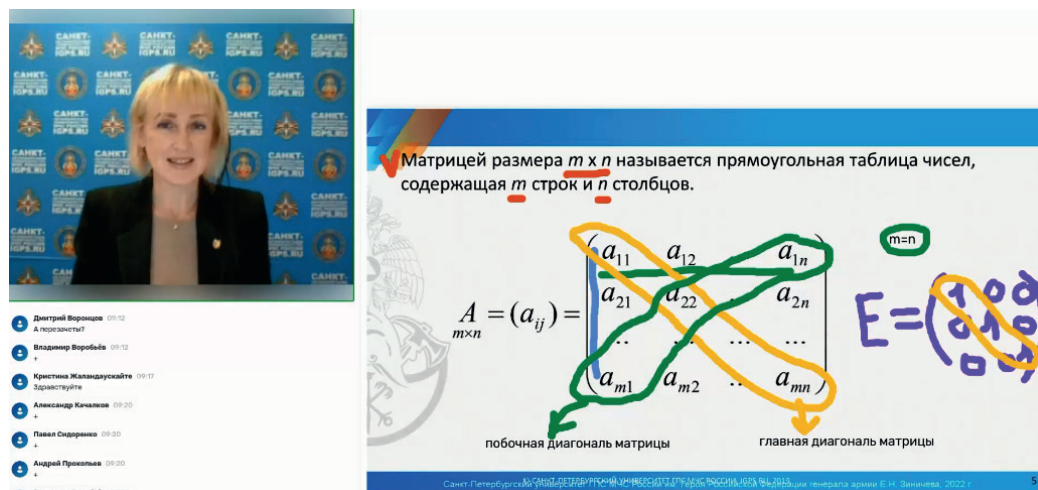


Рис. 2. Фрагмент определения матрицы



Разработчик вебинара – преподаватель должен продумать все математические формы записей и словесные формулировки при их озвучивании, чтобы было понятно каждому слушателю. Создать грамотную качественную презентацию как для лекций, так и для практических занятий. Математические формы записей определений матрицы и системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) приведены на рисунках 2, 3.

В вебинарной комнате платформы Pruffme для обучающихся разработаны тесты текущего контроля, задания для самостоятельной работы, практические задания. Полный интерактивный курс по высшей математике позволяет качественно подготовиться к сдаче экзамена в форме теста. В тестах присутствуют задания теоретического и практического содержания, а также тестовые вопросы как закрытого, так и открытого видов. Для обучающихся очной и заочной форм обучения создан электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК), который содержит лекционный и практический материалы для выполнения контрольных работ, конспекты, справочный материал, тесты текущего контроля, задания для самостоятельной работы.

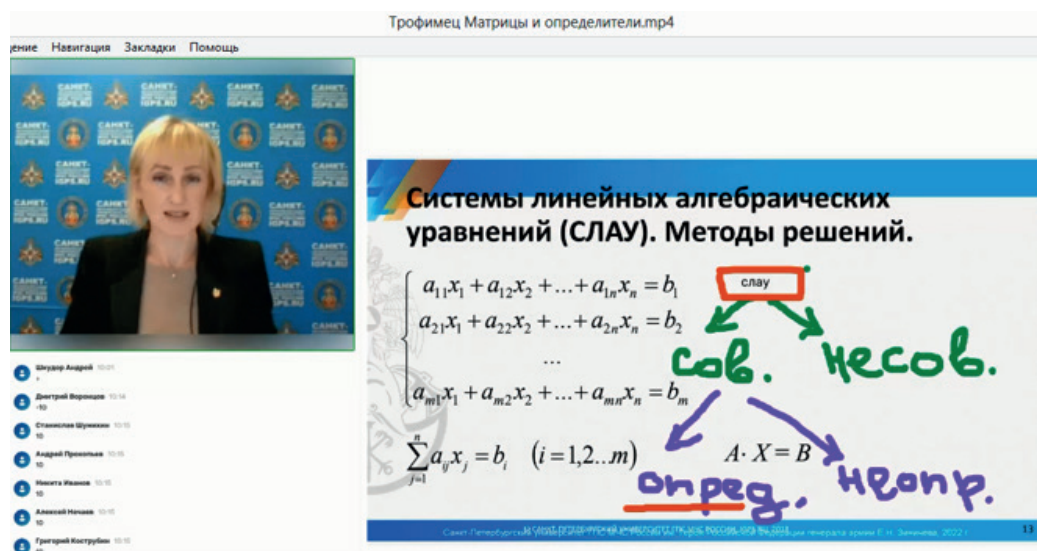


Рис. 3. Фрагмент определения СЛАУ

Интерфейс платформы Pruffme удобен для пользователя и имеет все необходимые инструменты для разработчиков вебинаров.

Образовательный контент по высшей математике для очной и заочной форм обучения с применением цифровых технологий мотивирует обучающихся на изучение математических дисциплин, помогает улучшить качество математического образования для инженеров техносферной безопасности. Платформа Pruffme – удобный онлайн-инструмент для проведения вебинаров с последующей обработкой записи и монтажа. Вебинары содержат ценные знания и информацию, но их записи могут быть длинными и содержать ненужные паузы или технические проблемы. Чтобы сделать запись вебинара действительно полезной и удобной для просмотра, необходимо провести тщательную обработку (удаление ненужных фрагментов) и монтаж. Итоговый видеоматериал становится полезным для обучающихся очной и заочной форм обучения.

Второй аспект улучшения качества математического образования инженеров техносферной безопасности в условиях развития цифровой образовательной среды связан с разработкой профессионально-ориентированных задач по техносферной безопасности с применением информационных технологий.

Рассмотрим профессионально-ориентированную задачу (ПОЗ).

Постановка ПОЗ. 18 апреля 2023 г. в 11 часов 05 минут старшему оперативному дежурному Главного управления МЧС России по Мурманской области поступила информация от диспетчера ФГУП «Атомфлот» (г. Мурманск), что в 11 часов 01 минуту в процессе проведения работ на ФГУП «Атомфлот» по выгрузке транспортного упаковочного комплекта с судна обеспечения «Лотта» («Имандра») на причале №2, в результате технической неисправности произошел обрыв одного стропа подъемного устройства (СТП 6,0/6000). Транспортный упаковочный комплект задел борт судна обеспечения «Лотта» («Имандра») и упал на бетонное основание пирса. Произошла разгерметизация контейнера с выбросом радиоактивных веществ в окружающую среду с загрязнением пирса и борта судна. Сцепное устройство (тросы, зацепы) упало в воду.

Обнаружено, что при выбросе радиоактивных веществ в окружающую среду содержится ксенон-133 ( $^{133}\text{Xe}$ ).

Найдите закон распада ксенона-133 ( $^{133}\text{Xe}$ ), если известно, что в начальный момент времени  $t=0$  имелось  $m_0$  г ксенона-133 и период полураспада ксенона-133 (период времени, по истечении которого рас-



падает половина наличной массы ксенона-133) равен 5,27 суток.

Общая характеристика и теоретические основы модели

Решение задачи основывается на динамической модели с математическим аппаратом обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка с разделяющимися переменными с заданными начальными условиями (задача Коши).

Пусть в момент времени  $t$  масса  $^{133}\text{Xe}$  составляет  $x$  г. Тогда скорость распада  $^{133}\text{Xe}$  равна:

$$\frac{d(m_0 - x)}{dx} = -\frac{dx}{dt} \quad (1)$$

По условию  $-\frac{dx}{dt} = kx$ ;

$$\frac{dx}{dt} = -kx \quad (2)$$

где  $k > 0$  – коэффициент пропорциональности.

Разделяем в уравнении (2) переменные:

$$\frac{dx}{x} = -kdt \quad (3)$$

Интегрируем левую и правую части уравнения (3):

$$\int \frac{dx}{x} = -\int kdt \quad (4)$$

получаем общий интеграл решения:

$$\ln x = -kt + \ln C \quad (5)$$

После операции потенцирования (5) получаем общее решение уравнения с разделяющимися переменными:

$$x(t) = Ce^{-kt} \quad (6)$$

Для определения  $C$  используем начальное условие: при  $t=0$ ,  $x=m_0$ .

Подставляем начальное условие в общее решение (6) и получаем, что  $C=m_0$ , значит:

$$x(t) = m_0 e^{-kt} \quad (7)$$

Коэффициент пропорциональности  $k$  определяем из дополнительного условия при  $t=5,27$ ,  $x = \frac{m_0}{2}$ . Име-

ем:  $\frac{m_0}{2} = m_0 e^{-5,27k}$  или  $e^{5,27k} = 2$  и, следовательно,  $e^k = 2^{\frac{1}{5,27}}$ ,  $\ln e^k = \ln 2^{\frac{1}{5,27}}$ ,  $k \ln e = \frac{1}{5,27} \ln 2$ ,

$$k = \frac{1}{5,27} \ln 2.$$

Поэтому искомая функция, описывающая закон распада ксенона-133 ( $^{133}\text{Xe}$ ), будет иметь вид:

$$x(t) = m_0 2^{-\frac{t}{5,27}} \quad (8)$$

Рассмотрим ПОЗ при помощи информационных технологий на рабочем листе Mathcad [10-12]. Для решения используем функцию **Odesolve**. Листинг решения приведен на рис. 4.

### Дифференциальное уравнение 1-го порядка (задача Коши)

```

k := 1/5.27 * ln(2)

m0 := 100

Given

d/dt x(t) + k * x(t) = 0    панель Математический анализ и Булева
                             алгебра
x(0) = m0                    Начальное условие
x := Odesolve(t, 20)         Вставка - Функция,
                             20 - правая точка диапазона, в котором
                             ищется решение

x(10) = 26.84

f(t) := m0 * 2^(-t/5.27)    точное решение

```

Рис. 4. Листинг решения дифференциального уравнения 1-го порядка

График решения дифференциального уравнения 1-го порядка представлен на рисунке 5.

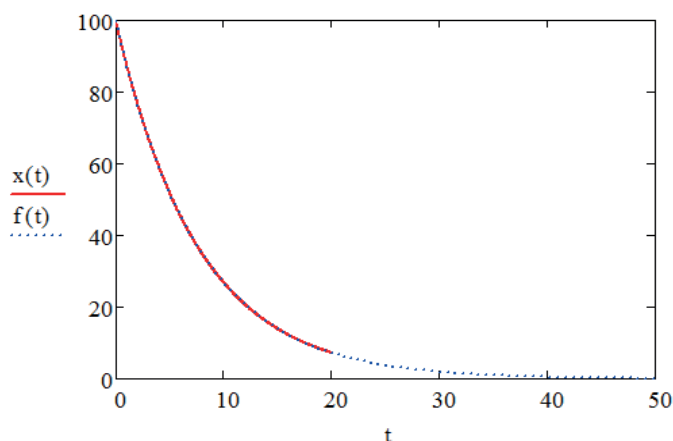


Рис. 5. График решения дифференциального уравнения 1-го порядка

На рисунке 5 видно, что точное решение  $f(t)$  совпадает с численным решением  $x(t)$ .

Ответ: закон распада ксенона-133 ( $^{133}\text{Xe}$ ), при условии, что в начальный момент времени  $t=0$  имелось  $m_0$  г ксенона-133 ( $^{133}\text{Xe}$ ) и периодом полураспада равным 5,27 суток, имеет вид показательной функции

$$x(t) = m_0 2^{-\frac{t}{5.27}}.$$

Одним из инструментов развития цифровой образовательной среды является применение ИТ для создания условий решения задач исследовательского характера. Использование ИТ позволяет перейти с рутинных вычислительных этапов решения задачи на этап анализа результатов решения и моделирование различных ситуаций.

### Результаты исследования

Цифровые технологии в образовательном процессе будущих инженеров техносферной безопасности направлены на адаптивное обучение (персонализированные траектории по уровню подготовки), VR/AR-симуляторы (отработка действий ЧС (пожары, разливы нефти)), Big Data Analytics (анализ статистики аварий, прогнозирование рисков), цифровые двойники (моделирование аварийных сценариев на производственных объектах), геймификацию (повышение мотивации через игровые механики), LMS-платформы (дистанционное обучение для заочной формы с контролем прогресса). Ключевые компоненты E-learning для заочного образования включают интерактивные курсы, виртуальные лаборатории и симуляторы, практические задания и кейсы на реальных данных.

Цифровая образовательная среда математического образования развивает мотивацию, способствует улучшению качества усвоения математического аппарата, создает платформу для овладения общепро-

фессиональными и профессиональными компетенциями [13-18].

Методическое обеспечение в рамках развития цифровой образовательной среды математического образования направлено на:

- разработку учебных пособий, содержащих профессионально-ориентированные задачи по техносферной и пожарной безопасности;
- создание авторских электронных образовательных курсов по высшей математике с видеоконтентами, включающих лекционный и практический материалы для выполнения контрольных работ, конспекты, справочные материалы, тесты текущего и промежуточного контроля, материалы для подготовки к экзаменам, задания для самостоятельной работы.

### Обсуждение и заключение

В процессе преподавания математических дисциплин по направлению подготовки 20.00.00 «Техносферная безопасность и природообустройство» в условиях цифровизации образования инновационные методы обучения играют важную роль и направлены на использование обучающимися цифровых технологий при решении профессионально-ориентированных задач методами высшей математики. E-learning для заочников будет включать: микрообучение – короткие модули (5-10 минут) для мобильных устройств, AI-ассистенты (чат-боты для помощи в решении задач), Blockchain-дипломы (защищенные цифровые сертификаты) Цифровизация математического образования инженеров техносферной безопасности через E-learning – не просто тренд, а необходимость для подготовки специалистов, способных работать с вызовами Industry 4.0. Ключевой фактор успеха – симбиоз фундаментальной математической подготовки и практического применения ИТ-инструментов.

### Список использованных источников

- [1] Dvoryatkina S.N., Zhuk L.V., Smirnov E.I., Shcherbatykh S.V. Development managing stages of hybrid intelligent learning environment for student's mathematics research activities. *Perspectives of Science and Education*. 2023; (62): 174-190. DOI: 10.32744/pse.2023.2.10.
- [2] Morgacheva N., Sotnikova E., Shcherbatykh S., Shcherbatykh L. Interactive technologies of teaching disciplines of the natural science cycle as a means of forming a socially adapted student's personality. *Proceedings II International Scientific Conference on Advances in Science, Engineering and Digital Education*. 2021; Conference Proceedings. Krasnoyarsk, Russia, 28 October 2021. AIP Publishing, 2022. 20011. DOI: 10.1063/5.0104364.
- [3] Dvoryatkina S.N., Karapetyan, V.S., Rozanova, S.A. The Plurality of Goal-setting in Pedagogical Activity: Integration of mathematics on a chessboard. *Vysshee Obrazovanie v Rossiit* this link is disabled. 2019; (4): 81-92. DOI: 10.31992/0869-3617-2019-28-4-81-92
- [4] Dvoryatkina S.N., Karapetyan V.S., Dallakyan A.M., Rozanova S.A., Smirnov E.I. Synergetic effects manifestation by founding complexes deployment of mathematical tasks on the chessboard. *Problems of Education in the 21st Century*. 2019; (1): 8–21. DOI: 10.33225/PEC/19.77.08
- [5] Трофимец Е.Н. Преподавание математических дисциплин в условиях развития цифровой образовательной среды. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. 2022; 55: 39-43.
- [6] Trofimets E.N. Trofimets A.A. Digital technologies in mathematical education. В сборнике: *European proceedings of social and behavioural sciences EPSBS*. Krasnoyarsk, Russia. 2021; 1506-1512. DOI: 10.15405/epsbs.2021.09.02.168
- [7] Селеменова Т.А., Лаушкин А.А. Практико-ориентированные задачи как средство формирования компетенций в вузе ГПС МЧС России. *Пожарная безопасность: Современные вызовы. Проблемы и пути решения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции*. Санкт-Петербург. 2022; 161-164.
- [8] Тестов В.А. О некоторых методологических особенностях цифровой трансформации обучения математике. Материалы 42-го Международного научного семинара преподавателей математики и информатики университетов и педагогических вузов «Математика и математическое образование: проблемы, технологии, перспективы». Смоленск. 2023; 27-30.
- [9] Тестов В.А. О преподавании математики в условиях цифровой трансформации обучения. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения видного русского математика Д.А. Граве «Математика в современном мире». Вологда. 2023; 156-160.
- [10] Лукин В.Н., Папырина Е.В., Когут В.Г. Управление проектной деятельностью в цифровой образовательной среде университета. *Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России»*. 2022; (2): 144-153.
- [11] Плис А.И., Сливина Н.А. *Mathcad. Математический практикум для инженеров и экономистов: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп.* М.: Финансы и статистика. 2003; 656 с.
- [12] Очков В.Ф. *Mathcad 14 для студентов и инженеров: русская версия*. СПб.: БХВ-Петербург. 2009; 512 с.
- [13] Кирьянов Д.В. *Mathcad 15/Mathcad Prime 1.0*. СПб.: БХВ-Петербург. 2012; 432 с.

- [14] Shcherbatykh S.V., Lykova K.G. Improving the efficiency of mathematics education through the development of a stochastic worldview of students. 2022; International Journal of Instruction. 2022; T. 15. (2) 1057-1074. DOI: 10.29333/iji.2022.15258a.
- [15] Абылкасымова А.Е., Шишов С.Е., Жумалиева Л.Д. О теории модернизации цифрового образования, формирующего множественность идентичности и интеллект обучающихся. Научные исследования и разработки. Социально-гуманитарные исследования и технологии. 2023; Т.12. 3. 3-16. DOI: 10.12737/2306-1731-2023-12-3-3-16.
- [16] Семенов А.Л., Абылкасымова А.Е., Поликарпов С.А. Основания математического образования в цифровой век. Доклады Российской академии наук. Математика, информатика, процессы управления. 2023; Т. 511. (1). 3-12. DOI: 10.31857/S2686954323700157.
- [17] Смирнов Е.И., Дворяткина С.Н., Щербатых С.В. Интеллектуальное управление в математическом моделировании исследовательской деятельности школьников. Continuum. Математика. Информатика. Образование. 2020; (19). 48-61. DOI: 10.24888/2500-1957-2020-3-48-61.
- [18] Смирнов Е.И., Попова Т.С. Модель формирования самостоятельной деятельности школьников при углубленном обучении математике в цифровой образовательной среде. Continuum. Математика. Информатика. Образование. 2022; (26). 57-68. DOI: 10.24888/2500-1957-2022-2-57-68.
- [19] Trofimets E.N., Trofimets V.Ya. Research of numerical methods for solving ordinary differential equations in MS Excel. Journal of physics: conference series. 2020; (1691). IOP Publishing Limited DOI: 10.1088/1742-6596/1691/1/012049.

#### **Об авторе:**

**Трофимец Елена Николаевна**, заведующий кафедрой высшей математики и системного моделирования сложных процессов, кандидат педагогических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России» (196105, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4873-2801>, [ezemifort@inbox.ru](mailto:ezemifort@inbox.ru)

#### **About the author:**

**Elena N. Trofimets**, Head of the Department of Higher Mathematics and System Modeling of Complex Processes, Cand. Sci. (Ped.), Associate Professor, Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (149 Moskovsky Prospekt, Saint-Petersburg 196105, Russian Federation), Docent, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4873-2801>, [ezemifort@inbox.ru](mailto:ezemifort@inbox.ru)

## **Цифровые шаблоны как инструмент формирования вычислительных компетенций инженеров техносферной безопасности**

**Е. Н. Трофимец**

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Адрес: 196105, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149  
ezemifort@inbox.ru

### **Аннотация**

Рассматривается применение цифровых шаблонов для развития вычислительных навыков у будущих специалистов в области техносферной безопасности. Исследование направлено на решение актуальной проблемы повышения эффективности инженерных расчетов при одновременном снижении вероятности ошибок. Представлена классификация цифровых шаблонов, включающая готовые расчетные модули (Excel, Mathcad), программируемые решения (Python). Разработана методика поэтапного освоения шаблонов: от использования готовых решений до создания собственных расчетных моделей. Особое внимание уделено практическому применению цифровых шаблонов для типовых задач техносферной безопасности: оценка рисков аварийных ситуаций, расчет устойчивости конструкций, моделирование распространения загрязнений и др. Экспериментальные данные демонстрируют повышение скорости выполнения расчетов при одновременном улучшении качества результатов. Статья содержит конкретные примеры реализации шаблонов и рекомендации по их интеграции в учебный процесс.

**Ключевые слова:** цифровые шаблоны, техносферная безопасность, вычислительные компетенции, автоматизация расчетов, инженерное образование

## **Digital Templates as a Tool for Forming Computational Competencies of Technosphere Safety Engineers**

**E. N. Trofimets**

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russian Federation

Address: 149 Moskovsky Prospekt, Saint-Petersburg 196105, Russian Federation  
ezemifort@inbox.ru

### **Abstract**

The article discusses the use of digital templates to develop computational skills in future specialists in the field of technosphere safety. The study aims to address the pressing issue of improving the efficiency of engineering calculations while reducing the likelihood of errors. The article presents a classification of digital templates, which includes ready-made calculation modules (Excel, Mathcad) and programmable solutions (Python). A methodology for the step-by-step development of templates has been developed: from using ready-made solutions to creating your own calculation models. Special attention is paid to the practical application of digital templates for typical tasks of technosphere safety: assessing the risks of emergency situations, calculating the stability of structures, modeling the spread of contaminants, etc. Experimental data demonstrate an increase in the speed of calculations while simultaneously improving the quality of the results. The article provides specific examples of template implementation and recommendations for integrating them into the educational process.

**Keywords:** digital templates, technosphere safety, computational competencies, calculation automation, and engineering education



## Введение

Современное образование стремительно трансформируется под влиянием цифровых технологий, что особенно актуально для фундаментальных дисциплин, таких как высшая математика. Для студентов технических и инженерных специальностей, включая будущих специалистов по техносферной безопасности, математическая подготовка является ключевой составляющей профессиональной компетентности [1-6]. Однако традиционные методы преподавания зачастую не учитывают необходимость гибкого обучения, визуализации сложных абстрактных понятий и связи математических теорий с реальными прикладными задачами.

Развитие цифровизации математического образования открывает новые возможности для преодоления этих ограничений. Интерактивные курсы по высшей математике, сочетающие теоретическую глубину с практической направленностью, позволяют:

- повысить доступность обучения для студентов разных форм (очной, очно-заочной, заочной);
- усилить мотивацию за счет наглядности и связи с профессиональными задачами;
- обеспечить персонализацию образовательных траекторий с учетом уровня подготовки обучающихся.

Особую значимость приобретает интеграция математических знаний с цифровыми инструментами (MathCad, Python, системы компьютерной алгебры), что соответствует требованиям современных профессиональных стандартов. Внедрение элементов геймификации и виртуальных лабораторий способствует формированию устойчивых навыков применения математических методов в моделировании техногенных рисков, анализе данных и прогнозировании чрезвычайных ситуаций.

Актуальные тенденции цифрового образования требуют пересмотра подходов к преподаванию высшей математики, особенно для студентов технических и инженерных специальностей [7-15]. В данной статье рассматриваются методические и технологические аспекты разработки цифровых шаблонов по высшей математике, сочетающих фундаментальную теоретическую подготовку с прикладными задачами из техносферной безопасности.

## Материалы и методы

Методология создания цифровых шаблонов для формирования вычислительных компетенций инженеров техносферной безопасности включает в себя следующие этапы.

### 1. Этап проектирования:

- Анализ профессиональных стандартов и типовых расчетных задач;
- Выделение повторяющихся вычислительных операций;
- Определение требований к интерфейсу (интуитивность, минимальный порог входа);
- Разработка структуры шаблона (блоки ввода, расчета, вывода).

### 2. Этап разработки:

- Выбор платформы реализации (Excel, Mathcad, Python);
- Создание алгоритмической основы: формализация расчетных методик, разработка проверочных алгоритмов, реализация динамического интерфейса;
- Внедрение элементов визуализации (графики, диаграммы).

### 3. Этап тестирования:

- Проверка на контрольных примерах;
- Анализ устойчивости к ошибочному вводу;
- Оценка временных характеристик;
- Экспертная валидация результатов.

### 4. Этап внедрения:

- Разработка методических указаний;
- Создание системы подсказок и примеров;
- Организация многоуровневого доступа: базовый уровень (готовые решения), продвинутый уровень (модификация параметров), экспертный уровень (изменение алгоритмов).

### 5. Этап сопровождения:

- Регулярное обновление нормативной базы;
- Адаптация под новые вычислительные стандарты;
- Формирование библиотеки шаблонов.

Разработка цифровых шаблонов по высшей математике направлена на создание эффективных, интерактивных и методически обоснованных образовательных продуктов. Авторы-разработчики цифровых шаблонов должны учитывать:

1. Анализ потребностей целевой аудитории (определение уровня подготовки обучающихся (начальный или продвинутый); выявление типичных трудностей в освоении математического материала; учет профессиональных требований для инженеров техносферной безопасности).

2. Структурирование учебного материала, используемого в цифровых шаблонах (линейная алгебра, векторная алгебра, комплексные числа, математический анализ, дифференциальные уравнения, теория вероятностей и математическая статистика и т. д.; постепенное усложнение – от базовых понятий к сложным темам).

3. Интеграцию прикладных задач (примеры из инженерии, физики, data science; кейсы, связанные с техносферной безопасностью (расчет рисков, моделирование аварий)).

4. Постоянное обновление и масштабирование (добавление новых шаблонов; адаптация под мобильные устройства).

К критериям качества цифровых шаблонов следует отнести: соответствие профессиональным требованиям; универсальность применения; простота модификации; наличие средств контроля достоверности; интеграция с другими цифровыми инструментами.

Рассмотрим процесс разработки цифрового шаблона к профессионально-ориентированной задаче (ПОЗ) по техносферной безопасности.

**Постановка ПОЗ.** В 13.00 (мск.) 5 апреля 2023 года в результате сложной метеорологической обстановки (сильного снегопада и налипания мокрого снега) произошло аварийное отключение на линии Л-220/163220 кВ протяжённостью 49 км, которая питает 28 трансформаторных подстанций (ТП), из них 24 ТП располагаются в г. Костомукша. В результате происшествия без электроснабжения остался Костомукшский ГОК АО «Карельский окатыш» и город Костомукша. Кроме того, в результате отключения электроэнергии на АО «Карельский Окатыш», от теплоснабжения отключен г. Костомукша. Вероятность восстановления в течение трех часов каждой из четырех ТП, служащих источником электроэнергии для АО «Карельский Окатыш», составляет 0,9 (процесс восстановления ТП считать независимым).

Составьте закон распределения случайной величины  $X$  – числа трансформаторных подстанций, восстановленных в течение трех часов на территории АО «Карельский Окатыш». Найти математическое ожидание и дисперсию случайной величины  $X$ .

**Разработка цифрового шаблона** на рабочем листе MS Excel с использованием математического аппарата теории вероятностей и математической статистики.

В процессе создания цифрового шаблона используется понятие дискретной случайной величины, применяются биномиальный закон распределения и числовые характеристики.

Технология разработки цифрового шаблона представлена на рисунках 1 и 2.

|    | A   | B               | C                   | D                           | E       | F       | G       |
|----|-----|-----------------|---------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|
| 5  |     |                 |                     |                             |         |         |         |
| 6  | $x$ | 0               | 1                   | 2                           | 3       | 4       |         |
| 7  | $p$ | 0,00010         | 0,00360             | 0,04860                     | 0,29160 | 0,65610 | 1,00000 |
| 8  |     |                 |                     |                             |         |         |         |
| 9  |     | Числовая хар-ка | Формула бином расп. | Проверка по типовой формуле |         |         |         |
| 10 |     | $M(X)$          | 3,60                | 3,60                        |         |         |         |
| 11 |     | $D(X)$          | 0,36                | 0,36                        |         |         |         |
| 12 |     | $\sigma$        | 0,60                | 0,60                        |         |         |         |

Рис. 1. Ряд (закон) распределения

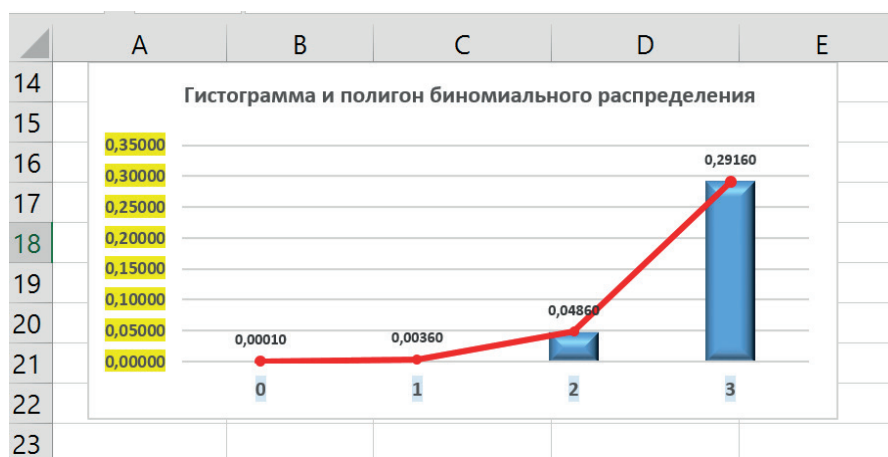


Рис. 2. Гистограмма и полигон биномиального распределения

Анализ гистограммы позволяет сделать следующие выводы:

1. При  $p = 0,5$  распределение является симметричным.
2. Построенное биномиальное распределение является ассиметричным, так как  $p = 0,9$ .
3. При  $p \neq 0,5$  распределение приближается к симметричному при увеличении числа испытаний  $n$ . Это приближение будет происходить тем быстрее, чем ближе значение  $p$  к 0,5.

4. Кроме того, при увеличении  $n$  биномиальное распределение можно аппроксимировать нормальным распределением с теми же математическим ожиданием и дисперсией, т. е.  $M(X)=np$  и  $D(X)=np(1-p)$ .

### Результаты исследования

Практическая значимость цифровых шаблонов в подготовке инженеров техносферной безопасности направлена на:

1. Оптимизация учебного процесса:

- Сокращение времени на рутинные вычисления, что позволяет перераспределить учебные часы на анализ результатов и принятие решений;
- Автоматизация проверки типовых расчетов (встроенные валидаторы ошибок);
- Возможность быстрой адаптации шаблонов под разные сценарии ЧС.

2. Повышение качества подготовки специалистов:

- Формирование цифровых компетенций, соответствующих профессиональным стандартам;
- Развитие навыков: работы с инженерным ПО (Mathcad, Python, GIS-системы), верификации расчетных моделей, визуализации и интерпретации данных;
- Подготовка к работе с BIM-технологиями.

3. Прикладное применение в профессиональной деятельности:

- Готовые решения для: расчёта зон поражения при авариях (утечки АХОВ, взрывы), оценки устойчивости зданий к динамическим нагрузкам, прогнозирования распространения загрязнений, шаблоны для оформления отчётной документации по ГОСТ.

4. Экономический эффект:

- Снижение трудозатрат на этапе обучения и профессиональной деятельности;
- Минимизация финансовых рисков за счёт повышения точности расчётов;
- Возможность быстрого пересчёта параметров при изменении исходных данных.

5. Перспективы развития:

- Создание библиотеки отраслевых шаблонов;
- Интеграция с системами поддержки принятия решений;
- Разработка мобильных приложений для оперативных расчётов.

Примеры цифровых шаблонов для будущих инженеров техносферной безопасности:

1. Шаблон «Расчёт категории помещения по взрывопожарной опасности».
2. Автоматизированная модель рассеивания выбросов – позволяет оперативно корректировать зоны эвакуации.
3. Параметрический шаблон оценки прочности конструкций – даёт возможность тестировать различные сценарии нагрузок.

Для образовательных организаций цифровые шаблоны позволяют стандартизировать методику расчётов, реализовать больше возможностей для дистанционного обучения, открывать базу для междисциплинарных проектов.

Для работодателей цифровые шаблоны позволяют сократить сроки адаптации выпускников, получить готовые инструменты для решения типовых задач, повысить культуру цифрового документооборота.

### Обсуждение и заключение

В условиях роста сложности инженерных задач в области техносферной безопасности традиционные методы ручных расчетов становятся недостаточно эффективными. Цифровые шаблоны позволяют оптимизировать процесс решения математических задач, снижая вероятность ошибок и экономя время. Системное применение цифровых шаблонов в обучении способствует:

- более глубокому пониманию расчетных методов;
- развитию способности адаптировать математические модели к реальным условиям;
- формированию готовности к цифровой трансформации профессиональной деятельности.

Цифровые шаблоны не заменяют фундаментальные знания, но трансформируют процесс их применения, делая подготовку инженеров более практико-ориентированной и соответствующей требованиям цифровой экономики. В быстроизменяющихся информационных условиях цифровые шаблоны выступают связующим звеном между теорией и реальными производственными задачами.

### Список использованных источников

- [1] Dvoryatkina S.N., Zhuk L.V., Smirnov E.I., Shcherbatykh S.V. Development managing stages of hybrid intelligent learning environment for student's mathematics research activities. Perspectives of Science and Education. 2023; (62): 174-190. DOI: 10.32744/pse.2023.2.10.
- [2] Morgacheva N., Sotnikova E., Shcherbatykh S., Shcherbatykh L. Interactive technologies of teaching disciplines of the natural science cycle as a means of forming a socially adapted student's personality. Proceedings II International Scientific Conference on Advances in Science, Engineering and Digital Education. 2021; Conference Proceedings. Krasnoyarsk, Russia, 28 October 2021. AIP Publishing, 2022. 20011. DOI: 10.1063/5.0104364.

- [3] Dvoryatkina S.N., Karapetyan, V.S., Rozanova, S.A. The Plurality of Goal-setting in Pedagogical Activity: Integration of mathematics on a chessboard. *Vysshee Obrazovanie v Rossi* this link is disabled. 2019; (4): 81-92. DOI: 10.31992/0869-3617-2019-28-4-81-92
- [4] Dvoryatkina S.N., Karapetyan V.S., Dallakyan A.M., Rozanova S.A., Smirnov E.I. Synergetic effects manifestation by founding complexes deployment of mathematical tasks on the chessboard. *Problems of Education in the 21st Century*. 2019; (1): 8–21. DOI: 10.33225/PEC/19.77.08
- [5] Трофимец Е.Н. Преподавание математических дисциплин в условиях развития цифровой образовательной среды. Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. 2022; 55: 39-43.
- [6] Trofimets E.N. Trofimets A.Al. Digital technologies in mathematical education. В сборнике: *European proceedings of social and behavioural sciences EPSBS*. Krasnoyarsk, Russia. 2021; 1506-1512. DOI: 10.15405/epsbs.2021.09.02.168
- [7] Селеменова Т.А., Лаушкин А.А. Практико-ориентированные задачи как средство формирования компетенций в вузе ГПС МЧС России. *Пожарная безопасность: Современные вызовы. Проблемы и пути решения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции*. Санкт-Петербург. 2022; 161-164.
- [8] Тестов В.А. О некоторых методологических особенностях цифровой трансформации обучения математике. Материалы 42-го Международного научного семинара преподавателей математики и информатики университетов и педагогических вузов «Математика и математическое образование: проблемы, технологии, перспективы». Смоленск. 2023; 27-30.
- [9] Тестов В.А. О преподавании математики в условиях цифровой трансформации обучения. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения видного российского математика Д.А. Граве «Математика в современном мире». Вологда. 2023; 156-160.
- [10] Лукин В.Н., Папырина Е.В., Когут В.Г. Управление проектной деятельностью в цифровой образовательной среде университета. *Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России»*. 2022; (2): 144-153.
- [11] Shcherbatykh S.V., Lykova K.G. Improving the efficiency of mathematics education through the development of a stochastic worldview of students. 2022; *International Journal of Instruction*. 2022; T. 15. (2) 1057-1074. DOI: 10.29333/iji.2022.15258a.
- [12] Абылкасымова А.Е., Шишов С.Е., Жумалиева Л.Д. О теории модернизации цифрового образования, формирующего множественность идентичности и интеллект обучающихся. *Научные исследования и разработки. Социально-гуманитарные исследования и технологии*. 2023; Т.12. 3. 3-16. DOI: 10.12737/2306-1731-2023-12-3-3-16.
- [13] Семенов А.Л., Абылкасымова А.Е., Поликарпов С.А. Основания математического образования в цифровой век. Доклады Российской академии наук. Математика, информатика, процессы управления. 2023; Т. 511. (1). 3-12. DOI: 10.31857/S2686954323700157.
- [14] Смирнов Е.И., Дворяткина С.Н., Щербатых С.В. Интеллектуальное управление в математическом моделировании исследовательской деятельности школьников. *Continuum. Математика. Информатика. Образование*. 2020; (19). 48-61. DOI: 10.24888/2500-1957-2020-3-48-61.
- [15] Смирнов Е.И., Попова Т.С. Модель формирования самостоятельной деятельности школьников при углубленном обучении математике в цифровой образовательной среде. *Continuum. Математика. Информатика. Образование*. 2022; (26). 57-68. DOI: 10.24888/2500-1957-2022-2-57-68.
- [16] Trofimets E.N., Trofimets V.Ya. Research of numerical methods for solving ordinary differential equations in MS Excel. *Journal of physics: conference series*. 2020; (1691). IOP Publishing Limited DOI: 10.1088/1742-6596/1691/1/012049.

#### Об авторе:

**Трофимец Елена Николаевна**, заведующий кафедрой высшей математики и системного моделирования сложных процессов, кандидат педагогических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России» (196105, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4873-2801>, [ezemifort@inbox.ru](mailto:ezemifort@inbox.ru)

#### About the author:

**Elena N. Trofimets**, Head of the Department of Higher Mathematics and System Modeling of Complex Processes, Cand. Sci. (Ped.), Associate Professor, Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (149 Moskovsky Prospekt, Saint-Petersburg 196105, Russian Federation), Docent, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4873-2801>, [ezemifort@inbox.ru](mailto:ezemifort@inbox.ru)

## **Ренессанс школьных естественно-научных дисциплин и его роль в подготовке будущих инженерных кадров на примере школьного курса информатики**

**Д. Ю. Кононов**

ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 141701, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский переулок, д. 9  
kononov.du@mipt.ru

### **Аннотация**

В феврале 2022 года в нашей стране произошел крутой разворот от стратегического курса на вхождение в сообщество западных государств, явно провозглашенный в конце 80-х — начале 90-х годов, на новый курс, направленный на государственный суверенитет с опорой на собственные силы и многополярность глобального мироустройства. Смена курса вызвала тектонические сдвиги в глубинах государственного и общественного организмов, что оказало влияние на все стороны жизни российского государства и общества.

Не могла остаться в стороне от изменений и система российского образования. Вызревавшие длительное время идеи по изменению учебных программ, методических материалов, а также распределения ролей участников образовательного процесса стали стремительно реализовываться. Хотя сам по себе образовательный процесс и система образования в целом достаточно консервативны и инерционны, по прошествию более чем трёх лет с первоначального толчка февраля 2022 года можно сделать первые выводы и сформулировать появившиеся у педагогов новые возможности в части формирования знаний учащихся по отдельным учебным предметам.

Целью исследования является анализ возможностей по подготовке преподавателями высших учебных заведений лекционных материалов, материалов семинарских заданий для студентов младших курсов и программ дополнительного профессионального образования учителей информатики, открывшихся в условиях изменений в федеральном образовательном стандарте и федеральной образовательной программе среднего общего образования. Представленные материалы исследования могут служить основой для диалога на одном языке между школой и институтом.

**Ключевые слова:** непрерывное образование, школьная информатика, обучение информатике, технологический суверенитет

## **The Renaissance of School Natural Science Disciplines and its Role in the Training of Future Engineering Personnel Using the Example of a School Computer Science Course**

**D. Yu. Kononov**

Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University), Dolgoprudny, Russian Federation

Address: 9 Institutskiy per., Dolgoprudny 141701, Moscow Region, Russian Federation  
kononov.du@mipt.ru

### **Abstract**

In February 2022, Russian Federation underwent a sharp turn from the strategic course of joining the community of Western states, clearly proclaimed in the late 80s and early 90s, to a new course aimed at self-reliance state sovereignty and the multipolarity of the global world order. The change of course caused tectonic shifts in the depths of the state and social organisms, which had an impact on all aspects of the life of the Russian state and society.

The Russian education system could not stay away from the changes either. Ideas that had been maturing for a long time to change curricula, methodological materials, as well as the distribution of roles of participants in the educational process began to be rapidly implemented. Although the educational process itself and the education system as a whole are quite conservative and inertial, after more than three years since the initial push in February 2022, it is possible to draw the first conclusions and formulate new opportunities for teachers in terms of forming students' knowledge in individual academic subjects.

The purpose of the study is to analyze the opportunities for teachers of higher educational institutions to prepare lecture materials, seminar assignment materials for undergraduates and continuing professional education



programs for computer science teachers, which have opened up in the context of changes in the federal educational standard and the federal educational program of secondary general education. The presented research materials can serve as a basis for a dialogue between schools and higher education institutions in the same language of the federal educational standard.

**Keywords:** continuing education, school informatics, computer science education, technological sovereignty

## Введение

Начиная с начала 90-х годов XX века в силу объективных исторических причин из системы образования ушёл Заказчик результатов её деятельности. Произошла цепная реакция. Вслед за разрушением и перепрофилированием промышленных предприятий, а также сокращением финансирования научных исследований, вначале исчез Заказчик квалифицированных инженерных и научных кадров (дипломированных специалистов: выпускников высших технических учебных заведений и государственных университетов (ВУЗов)). Они, безусловно, нужны были «вообще», но с закрытием заводов/опытно-конструкторских бюро и научно-исследовательских институтов, некому стало приходить на защиты дипломов и заседания кафедр с конкретными запросами на знания и навыки выпускаемых специалистов. А там где предприятия остались, если говорить, например, о радиоэлектронной промышленности, содержание дипломных работ выпускников свелось, в лучшем случае, к переводу разработок советского периода на элементную базу иностранного производства. Результатом явилось замыкание высшего образования самого на себя, а также консервирование прежних требований к выпускникам, которые перестали корректироваться со стороны внешнего заказчика. Требования к выпускникам стали существовать сами по себе, восприниматься в виде некоего формального фона и очень сильно варьироваться в разных высших учебных заведениях.

Как следствие, не стало внешних причин для формирования профессиональных требований к выпускникам школ со стороны высших учебных заведений. Да, остались требования к сдаче вступительных экзаменов в институт/университет, но промышленная составляющая в этих вступительных испытаниях исчезла. Да и требования к своим абитуриентам каждое высшее учебное заведение выдвигало свои.

В результате системно разорвалась цепочка институт/университет — школа. Школы стали учить своему, а высшие учебные заведения переучивать студентов своему. Сказанное выше сконцентрировалось в установке студентам «забудьте всё чему вас учили в школе и учитесь заново». До введения для выпускников школ единого государственного экзамена (ЕГЭ) образовавшийся разрыв между школьной программой и требованием высших учебных заведений каждый абитуриент преодолевал самостоятельно, адресно готовясь к поступлению на конкретную специальность конкретного высшего учебного заведения. Как итог, если хотя бы по основным предметам, по которым проводились вступительные испытания (математика, физика, русский язык и литература, биология, химия и т. п.), аудитория первого курса оказывалась более-менее однородной, то по предметам, не вошедшим в данный перечень, разброс по знаниям студентов мог достигать очень широких пределов.

Данное положение вещей подтверждает руководство Росособнадзора. Так, выступая на круглом столе «Качество образования – основа достижения национальных целей», который прошел на площадке Санкт-Петербургского горного университета императрицы Екатерины II, глава Росособнадзора Анзор Музаев сказал следующее: *«Поезд реформ, начатых еще в 1980-е годы, увел образование от его насущных целей и задач. Все мы понимаем, до чего докатились, но стоп-кран уже сорван, движение в пропасть остановлено. Искры до сих пор летят, но уже мы выходим на верный путь к по-настоящему качественному образованию»*<sup>1</sup>.

Последнее в полной мере относится к знаниям школьного курса Информатики, на котором сконцентрирован фокус внимания настоящей статьи. Информатика, как отдельный предмет в школе получила очень серьезный старт в конце 80-х годов XX века. Первый учебник по Информатике (на тот момент с названием предмета Основы информатики и вычислительной техники) был разработан под редакцией академика Андрея Петровича Ершова [1, 2]. До сих пор программа школьного курса в своей основной части базируется на фундаменте, заложенном А.П. Ершовым, а в линейке учебников, в части рассмотрения задач программирования и теоретических вопросов информатики, прослеживается преемственность между современными учебниками и учебниками конца 80-х годов [3-7]. Государство очень системно подошло к популяризации нового школьного предмета [8-10]. Большой вклад в популяризацию нового предмета вносили и действующие к этому моменту учебно-производственные комбинаты, на базе которых школьники знакомились с реальными задачами инженеров и ученых, решаемых с помощью компьютеров [11]. Причина была в запросе промышленности на инженерно-техни-

<sup>1</sup> Руководитель Росособнадзора рассказал о работе по обновлению ФГОС и подходах к учету индивидуальных достижений школьников при поступлении в вузы [Электронный ресурс] // Росособнадзор. 19 сентября 2025. URL: <https://obrnadzor.gov.ru/news/rukovoditel-rosobrnadzora-rasskazal-o-rabote-po-obnovleniyu-fgos-i-podhodah-k-uchetu-individualnyh-dostizhenij-shkolnikov-pri-postuplenii-v-vuzy/> (дата обращения: 06.10.2025).

ческие кадры идущей автоматизации заводов и фабрик. Однако, с начала 90-х годов данный запрос был снят и программа школьного курса Информатики некоторое время находилась в состоянии изменчивости, что отмечается в частности в [12], пока в 2004 году не был утверждён первый федеральный государственный стандарт (федерального компонента государственного стандарта общего образования) и федеральная образовательная программа (федеральный базисный учебный план) по Информатике и ИКТ [12, 13]. Но даже несмотря на это, как было сказано руководителем Рособнадзора на упомянутом выше круглом столе, только «...в 2025 году содержание контрольных измерительных материалов ЕГЭ и ОГЭ было полностью синхронизировано с ФГОС и федеральными основными общеобразовательными программами.» А работа по «бесшовному» переходу от школы к обучению в вузе только ведётся».

В случае информатики сказался и тот факт, что стандарт долгие годы предусматривал выделение на его изучение только одного учебного часа в неделю, что не позволяло отвечать объективным требованиям современного мира к уровню знаний в данной области [14].

Действительно, идущий процесс синхронизации учебных программ, а также создание единых учебников по всем общеобразовательным предметам силами экспертов Российской академии наук и преподавателей ведущих высших учебных заведений нашей страны<sup>2</sup> позволяет надеяться на ренессанс школьных естественно-научных дисциплин и, как следствие, более быструю адаптацию абитуриентов к ВУзовским программам, что позволит более эффективно использовать высвободившееся от «переучивания» время лекторов и преподавателей семинарских занятий.

Результаты исследования и настоящая статья является приглашением коллегам включиться в построение такого бесшовного перехода, как со стороны школы, так и со стороны высшего учебного заведения на примере школьного курса Информатики на профильном уровне, учитывая содержание курса при подготовке специалистов сферы информационных технологий, робототехники, промышленной автоматизации и т.п.

Тем более, что в соответствии с требованиями ФГОС среднего общего образования (10 и 11 классы общеобразовательной школы) на профильном уровне выпускник должен получить объем знаний, достаточный для освоения ВУзовских предметов по большинству инженерных специальностей.

## Материалы и методы

В качестве используемых при проведении исследования материалов использовались собственные наблюдения автора в ходе проведения уроков информатики в средней школе, лекционных и семинарских занятий со студентами первого курса МФТИ, федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) среднего общего образования, федеральная образовательная программа (ФОП) среднего общего образования, концепция технологического развития на период до 2030 года, послание Президента Российской Федерации от 29.02.2024 г. к федеральному собранию, а также источники из списка цитируемой литературы.

Основным методом исследования явился критический анализ используемых материалов, а также практическая реализация предлагаемых выводов в педагогической практике автора.

## Результаты исследования

Курс школьной Информатики можно разделить на две части<sup>3</sup>.

Первая часть состоит из раздела Информационные технологии, содержащего материал, связанный с освоением конкретных инструментов обработки информации: текстовые редакторы, редакторы электронных таблиц, графические редакторы, средства подготовки презентаций, системы управления базами данных, средства моделирования, системы программирования.

Изучив темы данного раздела абитуриент получает базовые навыки, необходимые для деятельности в современной образовательной цифровой среде. Ему можно выдавать задания, опубликованные на web-страницах, он в состоянии взаимодействовать с различными системами автоматической проверки заданий, подготовить в текстовом редакторе/редакторе электронных таблиц курсовую работу и презентацию к ней. Он должен иметь представление о правилах цитирования источников, оформления библиографических ссылок и оформления списка литературы, а значит уже может готовить доклады к выступлениям на студенческих конференциях.

Также выпускник школы в состоянии осуществлять совместную работу над документами с использованием облачных технологий, что позволяет ему эффективно работать в командах (в том числе географически распределенных) при выполнении учебных проектов и студенческих исследовательских работ.

Если говорить о вовлечении студентов младших курсов к научной работе и участию их в процессе научных исследований, то необходимо иметь в виду, что в современной школьной программе по инфор-

<sup>2</sup> Министр просвещения пообещал единые учебники по всем предметам [Электронный ресурс] // РБК. 26 мая 2025. URL: <https://www.rbc.ru/society/26/05/2025/68344a9e9a7947cd7b269dccc?ysclid=mgfb72x7cq881654005> (дата обращения: 06.10.2025).

<sup>3</sup> Об утверждении федеральной образовательной программы среднего общего образования: Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 23.11.2022 № 1014 (Зарегистрирован 22.12.2022 № 71763). [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202212220051?ysclid=mgp9trw9d990357171> (дата обращения: 06.10.2025).

матике в рамках раздела Информационные технологии рассматриваются такие темы, посвящённые анализу данных, как:

- знакомство с основными задачами анализа данных, включая прогнозирование, классификацию, кластеризацию и анализ отклонений;
- знакомство с основными этапами обработки данных: от сбора первичных данных до интерпретации результатов, включая очистку и оценку качества данных, выбор и построение модели данных, преобразование и визуализацию данных;
- понятие больших данных и машинного обучения, включая использование для данных целей различных интернет-сервисов;
- использование в качестве инструмента анализа данных электронных таблиц: от вычисления суммы/среднего арифметического/наибольшего и наименьшего значений диапазонов данных до вычисления коэффициента корреляции двух рядов и подбора линии тренда.

Большое внимание уделено знакомству школьников с численными методами решения уравнений, задачами оптимизации, понятием целевой функции, численными методами нахождения минимума и максимума функций, а также использованием для этих целей функционала электронных таблиц.

В старшей школе в рамках раздела Информационные технологии расширяются и углубляются знания, полученные школьниками в курсе основной школы в части компьютерно-математического моделирования различных процессов. Рассматриваются примеры реализации на компьютерах математических моделей в таких областях, как биология и экономика. Школьники знакомятся с вероятностными моделями и методом Монте-Карло. Рассматриваются имитационные модели, моделирование систем массового обслуживания.

Готовит школа и к участию будущих студентов в экспериментальных исследованиях. В содержание раздела входит знакомство старшеклассников с этапом обработки результатов эксперимента и методом наименьших квадратов.

Вторая часть состоит из разделов Цифровая грамотность, Алгоритмы и программирование, Теоретические основы информатики, содержащих теоретические основы будущей профессиональной деятельности: принципы работы компьютеров и компьютерных систем, программное обеспечение компьютеров и компьютерных систем, информационная безопасность, алгебра логики, системы счисления, теоретические подходы к оценке количества информации, кодирование, алгоритмы на графах, численные методы решения задач, алгоритмы и их сложность. Остановимся на содержании данных разделов более подробно.

В разделе Цифровая грамотность подробно рассматриваются принципы работы современных компьютеров и компьютерных систем, в частности:

- архитектура фон Неймана;
- архитектура современных CISC и RISC процессоров, включая описание процесса выполнения программы центральным процессором;
- иерархию различных видов памяти, а также прямой доступ к памяти;
- обмен данными между устройствами компьютера с помощью шин и роль контроллеров в данном процессе;
- увеличение производительности компьютерных систем за счет параллельных вычислений, многопроцессорные системы и распределенные вычислительные системы, суперкомпьютеры;
- мобильные цифровые устройства, встроенные компьютеры, микроконтроллеры и интернет вещей;
- роботизированные производства.

В привязке к рассмотренным выше принципам реализации аппаратных платформ рассматривается их программное обеспечение: от программного обеспечения встроенных систем до принципов параллельного программирования. Уделено внимание принципам лицензирования программного обеспечения, что важно с точки зрения использования программного обеспечения с открытым исходным кодом в учебных проектах и дальнейшей профессиональной деятельности.

Большое внимание уделено принципам организации компьютерных сетей, в частности, рассматриваются:

- аппаратные компоненты компьютерных сетей, такие как конечные узлы, коммутаторы и маршрутизаторы;
- сетевые протоколы;
- принципы адресации в сети Интернет;
- протоколы стека TCP/IP;
- использование масок подсетей для организации адресного пространства;
- организация системы доменных имен сети Интернет;
- основы сетевого администрирования, включая проверку наличия связи с узлом сети и определение маршрута движения пакетов.

На уроках должно быть выделено время для рассмотрения техногенных и экономических угроз, связанных с использованием информационно-коммуникационных технологий, а также общие проблемы защиты информации и информационной безопасности, что особенно важно в условиях концентрации

усилий государства на защите объектов критической информационной инфраструктуры — школы и ВУЗы готовят будущие кадры для разработки, эксплуатации и защиты оборудования и программного обеспечения таких объектов.

Отдельный раздел школьной программы раздела Цифровая грамотность посвящён вопросам криптографии, рассматриваются:

- симметричные и несимметричные шифры;
- шифры простой замены, шифр Цезаря и Виженера;
- алгоритм шифрования RSA.

Таким образом, даже темы раздела Цифровая грамотность дают школьникам хороший фундамент, на который можно опираться в институте в рамках специальных курсов по компьютерным сетям, операционным системам, компьютерным и программным технологиям, параллельным и распределённым вычислениям, информатика и т. п.

В разделе Теоретические основы информатики школьники изучают различные вопросы, связанные с кодированием информации:

- равномерное двоичное кодирование;
- неравномерное двоичное кодирование, условие Фано и построение однозначно декодируемых кодов с помощью дерева;
- принципы помехоустойчивого кодирования: коды с повторением битов и коды Хэмминга.

Рассматриваются различные алгоритмы сжатия текстовой, звуковой и графической информации:

- алгоритм RLE;
- алгоритм Хаффмана;
- алгоритм LZW;
- алгоритмы сжатия данных с потерями, включая основные идеи алгоритмов сжатия JPEG, MP3.

Всё вышесказанное, вместе с понятием дискретизации непрерывных сигналов, методами кодирования звука и изображений, обзором таких подходов к измерению количества информации, как формулы Хартли и Шеннона, а также закона аддитивности информации, готовят будущих студентов к различным ВУзовским курсам направлений радиотехника и связь, посвящённым вопросам цифровой связи, помехоустойчивого кодирования, а также радиотехнических цепей и сигналов.

Преподавателям курсов по цифровой схемотехнике полезно учесть, что в 10 классе в рамках раздела Теоретические основы информатики школьники изучают широкий набор тем, посвящённых алгебре логики и логическим элементам цифровых схем, в частности:

- понятие высказывания и предикаты;
- логические операции и логические выражения;
- логические тождества, а также доказательство логических тождеств с помощью таблиц истинности;
- связь логических операций и операций над множествами;
- законы алгебры логики и проведение с их помощью эквивалентных преобразований логических выражений;
- канонические формы логических выражений;
- логические уравнения и системы уравнений;
- логические функции, зависимость количества возможных логических функций от количества аргументов, полные системы логических функций;
- реализацию элементарных логических операций посредством логических элементов, а также такие элементы цифровых схем, как триггер, сумматор и многоразрядный сумматор;
- построение схем на логических элементах по заданному логическому выражению, а также запись логического выражения по логической схеме;
- побитовые логические операции, логический, арифметический и циклический сдвиги.

В федеральной образовательной программе в качестве обязательных к изучению на профильном уровне в 11 классе вопросов указано достаточно много понятий из теории графов. Так рассматриваются:

- виды графов;
- способы описания графов с помощью матриц смежности, весовых матриц и списков смежности;
- решение таких алгоритмических задач, связанных с анализом графов, как построение оптимального пути между вершинами графа и определение количества различных путей между вершинами ориентированного ациклического графа;
- деревья, в частности, бинарное дерево;
- деревья поиска и способы обхода дерева.

В дополнении к перечисленным выше вопросам теории графов, которые входят в раздел Теоретические основы информатики, тема графов раскрывается и в разделе Алгоритмы и программирование, а именно:

- построение минимального остовного дерева взвешенного связного неориентированного графа;
- вычисление количества различных путей между вершинами ориентированного ациклического графа;
- алгоритм Дейкстры;
- способы реализации деревьев с помощью ссылочных структур;



- двоичные (бинарные) деревья;
- построение дерева для заданного арифметического выражения;
- рекурсивные алгоритмы обхода дерева, использование стека и очереди для обхода дерева.

Можно утверждать, что рассмотрение алгоритмов на графах в рамках, например, классического курса алгоритмов и структур данных, будет ложиться на благодатную почву.

Не обошла школьная программа и популярную в настоящее время тему искусственного интеллекта. Так что, переступая порог высшего учебного заведения, абитуриенты уже знакомы с такими вопросами применения искусственного интеллекта, как:

- сервисы машинного перевода и распознавания устной речи;
- когнитивные сервисы;
- идентификация и поиск изображений, распознавание лиц;
- самообучающиеся системы;
- искусственный интеллект в компьютерных играх;
- использование методов искусственного интеллекта в обучающих системах и в робототехнике.

Ребят знакомят с основами построения нейронных сетей. Да, это довольно поверхностное представление только о сферах применения, а не устройстве систем искусственного интеллекта, но от них можно отталкиваться при рассмотрении реализации в рамках курсов по машинному обучению и практическому применению искусственного интеллекта в науке и технике.

Знакомят ребят с основами системного анализа, а также взгляду на управление, как информационный процесс, что безусловно полезно как будущим инженерам (специалистам), так и студентам, которые выберут для себя научную стезю. В любом случае, базовые знания в этих вопросах позволяет преподавателю говорить с аудиторией первого курса на одном языке.

Большая база знаний, крайне полезная будущим инженерам, программистам и в целом специалистам области информационных технологий, закладывается в разделе Алгоритмы и программирование в 10-11 классах:

- этапы решения задач на компьютере;
- инструментальные средства разработки программ: транслятор, отладчик, профилировщик;
- компиляция и интерпретация программ, виртуальные машины;
- интегрированная среда разработки, методы отладки программ: использование трассировочных таблиц, отладочный вывод, пошаговое выполнение программы, точки останова, просмотр значений переменных;
- среды быстрой разработки программ;
- основы программирования на одном из четырёх языков программирования высокого уровня (Python, Java, C++, C#), включая используемые в конкретном языке типы данных, реализация основных алгоритмических структур (циклов и ветвлений);
- документирование программ, использование комментариев, подготовка описания программы и инструкции для пользователя — крайне важный материал для будущих профессионалов в отрасли информационных технологий, так как культуру документирования кода необходимо закладывать со школьной скамьи;
- алгоритмы обработки натуральных чисел;
- алгоритмы обработки простых чисел: нахождение всех простых чисел в заданном диапазоне, представление числа в виде набора простых множителей;
- алгоритм быстрого возведения в степень;
- рекурсия;
- динамическое программирование;
- умение считывать и записывать данные в файлы;
- обработка символьных строк;
- обработка массивов и последовательностей, включая вычисление их обобщенных характеристик (суммы, произведения, среднего арифметического, минимального и максимального элементов, количества элементов, удовлетворяющих заданному условию);
- сортировки одномерного массива: от простых методов сортировки (метод пузырька, метод выбора, сортировка вставками) до эффективных по времени выполнения (сортировка слиянием и быстрая сортировка);
- двоичный поиск в отсортированном массиве;
- обработка двумерных массивов;
- машина Тьюринга и асимптотическая сложность алгоритмов;
- такие структуры данных, как словари, стеки и очереди;
- понятие об объектно-ориентированном программировании.

Даже сокращённый список тем из раздела Алгоритмы и программирование говорит о том, что студенты первого курса приходят потенциально подготовленные к освоению широкого спектра специальных курсов высших учебных заведений, в том числе читаемых будущим программистам.

На взгляд автора, при всей широте охвата тем в современной школьной программе по информатике существует препятствие эффективному усвоению школьниками материала и последующему исполь-



зованию этих знаний в институте: современные школьные учебники по информатике предоставляют изложение материала в виде отдельных несвязанных друг с другом блоков (в соответствии с ФГОС и ФОП) что затрудняет понимание школьниками связи теории с практикой. В рамках институтских курсов во взаимодействии со студентами им приходится пояснять, каким образом тот или иной школьный материал может использоваться для решения конкретных задач институтского курса и это во многих случаях помогает им найти правильное решение учебной задачи в своем школьном багаже знаний. Знания есть, а вот умения применить их на практике не хватает. Здесь также сказывается излишняя ЕГЭ ориентированность и школы, и школьников — решение задач ЕГЭ становится не результатом применения полученных знаний, а самоцелью. Часто заучиваются плохо понимаемые школьниками шаблоны решений, включая переборные методы решения задач. Подобный подход ограничивает творческие способности выпускников, не позволяет им развить, так называемое «вычислительное мышление» (выбор способа решения задачи, подходящего для его реализации посредством инфокоммуникационных технологий) [15]. Задача научить вчерашних школьников использовать имеющиеся знания для решения практических задач ложится на плечи преподавателей высшей школы.

## Обсуждение и заключение

Анализ программы школьного курса Информатики, как на основе действующих федерального стандарта среднего общего образования и федеральной образовательной программы среднего общего образования, так и на основе собственного опыта работы со старшими школьниками и студентами младших курсов в рамках преподавания дисциплин Алгоритмы и структуры данных, Дискретная математика, Информационные технологии, Информатика (алгоритмы и алгоритмические языки) говорит о том, что школьная программа по Информатике потенциально дает старшим школьникам достаточную базу для успешного освоения институтских курсов по различным аспектам программирования и информационных технологий. Особенно это касается тех абитуриентов высших учебных заведений, которые готовились и сдавали единый государственный экзамен по информатике.

По мнению автора заложенный в школе фундамент необходимо использовать при формировании рабочих программ ВУЗовских курсов — это потенциал повышения эффективности системы школа — высшее учебное заведение.

При этом необходимо отметить, что в существующих школьных учебниках материал курса Информатики даётся отдельными блоками, логически не связанными ни друг с другом, ни с будущей профессиональной деятельностью, в которой используются данные знания.

Возведение логических «мостиков» между школьными знаниями, учебными курсами высших учебных заведений и профессиональной деятельностью выпускников ВУЗов представляется задачей, которую необходимо решать совместными усилиями сообщества учителей, преподавателей и представителей отраслей народного хозяйства. Личный опыт автора говорит о том, что для многих коллег по институтской кафедре школа — это неизведанная и несколько опасная территория, на которую они стараются не вступать. Настоящая статья — это попытка помочь преподавателям высших учебных заведений познакомиться со школьной программой предмета Информатика для дальнейшего использования при формировании своих рабочих программ и материалов семинарских занятий.

Школьным учителям хочется посоветовать выстраивать рабочую программу курса информатики на профильном уровне в логике подготовки будущих специалистов в области информационных технологий и промышленности, руководствуясь для этого следующими принципами:

рассматривать все темы ФГОС и ФОП СОО через призму подготовки специалиста в области информационных технологий, осуществляя подачу материала через его связь с будущей профессией ребят; при формировании заданий и рассмотрения способов решения учебных задач максимально использовать программирование, как способ решения.

Как отмечается в [14], благодаря существующему набору образовательных стандартов *«каждая образовательная организация имеет реальную возможность выстроить ту траекторию освоения информатики, которая наиболее полно отвечает запросам всех участников образовательных отношений»*.

В качестве помощи, ниже в таблице приведена связь отдельных разделов ФОП СОО с некоторыми специальностями, которые школьники могут выбрать в качестве своей будущей профессии.

В завершение ещё раз повторим основную мысль: обеспечить «бесшовное» непрерывное образование в связке школа — высшее учебное заведение можно только совместными усилиями школьных учителей, преподавателей высших учебных заведений и методистов, двигаясь с двух сторон в направлении сближения рабочих программ предметов, пробрасывая смысловые «мостики» в обе части системы образования. Сделать это невозможно в условиях отсутствия информации относительно наполнения программ друг друга.

В условиях обновления федеральных образовательных программ и линеек школьных учебников, сейчас самый удобный момент времени для этого. Статья призвана, с одной стороны, познакомить преподавателей высших учебных заведений с основными темами школьной программы по предмету Информатика на профильном уровне и, с другой стороны, показать школьным учителям в каких именно будущих профессиональных областях материал курса наиболее полезен как самим школьникам, так и их будущим преподавателям в высших учебных заведениях.

| Раздел ФОП СОО                    | Темы раздела                                                                                                                                       | Будущая специальность                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Цифровая грамотность.             | Архитектура компьютера.<br>Компьютерные сети.<br>Информационная безопасность.                                                                      | Системные программисты, программисты встроенных систем, специалисты в области микроэлектроники, специалисты в области цифровой схемотехники, специалисты в области робототехники, специалисты в области автоматизации систем управления технологическими процессами, специалисты в области проектирования и производства вычислительных систем.<br>Web-программисты, разработчики мобильных приложений, сетевые инженеры, разработчики сетевых устройств, инженеры проектировщики внедрения информационных систем, радиоинженеры, инженеры связи. Специалисты в области информационной безопасности, криптографии, специалисты в области защиты объектов критической информационной инфраструктуры, специалисты по расследованию киберпреступлений. |
| Теоретические основы информатики. | Информация и кодирование.<br>Алгебра логики.<br>Представление чисел в памяти компьютера.<br>Графы и деревья.<br>Системы искусственного интеллекта. | Специалисты в области связи, радиоинженеры.<br>Специалисты в области цифровой схемотехники.<br>Разработчики программ для микроконтроллеров, специалисты в области робототехники и «умных» устройств.<br>Специалисты по анализу больших данных.<br>Специалисты в области искусственного интеллекта.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Алгоритмы и программирование.     | Формализация понятия алгоритма.<br>Оценка сложности вычислений.<br>Алгоритмы на графах. Деревья.                                                   | Программисты различных направлений.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

Только действуя слаженно мы сможем подготовить так нужные сейчас для реализации целей концепции технологического развития до 2030 года качественные инженерные и научные кадры и эффективно используем тот задел в методических разработках по изучению информатики в школе, который позволяет нашей стране находиться на передовых позициях в мире в этом вопросе [12].

#### Список использованных источников

- [1] Основы информатики и вычислительной техники: проб. учеб. пособие для сред. учеб. заведений. В 2-х ч. Часть 1 / А.П. Ершов и др. М.: Просвещение, 1985. 96 с.
- [2] Основы информатики и вычислительной техники: проб. учеб. пособие для сред. учеб. заведений. В 2-х ч. Часть 2 / А.П. Ершов и др. 143 с.
- [3] Кушниренко А.Г., Лебедев Г.В., Сворень Р.А.. Основы информатики и вычислительной техники: Проб. учеб. для сред. учеб. заведений. М.: Просвещение, 1990. 224 с.
- [4] Информатика: 10 класс: базовый и углубленный уровни: учебник в 2 частях / К.Ю. Поляков, Е.А. Еремин. – 8-е изд., стер. – М: Просвещение, 2026. Ч.1 – 350 с.
- [5] Информатика: 10 класс: базовый и углубленный уровни: учебник в 2 частях / К.Ю. Поляков, Е.А. Еремин. – 8-е изд., стер. – М: Просвещение, 2026. Ч.2 – 351 с.

- [6] Информатика: 11 класс: базовый и углубленный уровни: учебник в 2 частях / К.Ю. Поляков, Е.А. Еремин. – 7-е изд., стер. – М: Просвещение, 2025. Ч.1 – 238 с.
- [7] Информатика: 11 класс: базовый и углубленный уровни: учебник в 2 частях / К.Ю. Поляков, Е.А. Еремин. – 7-е изд., стер. – М: Просвещение, 2025. Ч.2 – 302 с.
- [8] Данилов Игорь. Первое знакомство. // Техника молодёжи. 1985. №1. С. 49-51.
- [9] Коснёвски Ч. Занимательная математика и персональный компьютер. — Пер. с англ. М.: Мир, 1987. 192 с.
- [10] Опойцев В.И. И кому нужен этот компьютер? М.: Дет. лит., 1987. 127 с.
- [11] Лапчик М.П., Семакин И.Г., Хеннер Е.К. Методика преподавания информатики: Учеб. пособие для студ. пед. вузов. М.: Издательский центр «Академия», 2001. 624 с.
- [12] Босова Л. Л. Современные тенденции развития школьной информатики в России и за рубежом // Информатика и образование. 2019. № 1. С. 22–32. DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-1-22-32
- [13] Программы для общеобразовательных учреждений: Информатика. 2-11 классы. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 380 с.
- [14] Босова Л.Л. О новых подходах к изучению школьной информатики в условиях цифровой трансформации общества // Информатика в школе. 2022;(4):5-14. DOI: 10.32517/2221-1993-2022-21-4-5-14
- [15] Хеннер Е.К. Вычислительное мышление // Образование и наука. 2016;(2):18-33. DOI: 10.17853/1994-5639-2016-2-18-33

#### **Об авторе:**

**Кононов Дмитрий Юрьевич**, доцент кафедры информатики и вычислительной математики, кандидат технических наук, ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет) (141701, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский переулок, д. 9), ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1724-4861>, [kononov.du@mipt.ru](mailto:kononov.du@mipt.ru)

#### **About the author:**

**Dmitrij Yu. Kononov**, Associate Professor of the Department of Computer Science and Computational Mathematics, Cand. Sci. (Tech.), Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University) (9 Institutskiy per., Dolgoprudny 141701, Moscow Region, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1724-4861>, [kononov.du@mipt.ru](mailto:kononov.du@mipt.ru)

## **Интеграция нейросетевых технологий в образовательный процесс школы: опыт внедрения и профессиональное развитие педагогов**

**И. Н. Шерай**

ЧОУ «Частная школа “Золотое сечение”», г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 119071, Российская Федерация, г. Москва, Ленинский проспект, д. 13А

irishking@yandex.ru

### **Аннотация**

Доклад раскрывает возможности применения нейросетевых технологий в школьном образовательном процессе, а также методы обучения педагогических кадров основным принципам работы с нейросетевыми моделями. Внимание уделяется вопросам интеграции нейросетей в школьные уроки и повышению качества образовательного процесса благодаря современным технологиям искусственного интеллекта.

**Ключевые слова:** нейросетевые технологии, интеграция, адаптивное обучение, персонализация, повышение квалификации

## **Integration of Neural Network Technologies into the School Educational Process: Implementation Experience and Teachers' Professional Development**

**I. N. Shegai**

Private Educational Institution “Private School ‘Golden Section’», Moscow, Russian Federation

Address: 13A Leninsky Prospekt, Moscow 119071, Russian Federation

irishking@yandex.ru

### **Abstract**

The report examines the possibilities of applying neural network technologies in the school educational process, as well as methods for training teaching staff in the basic principles of working with neural network models. Attention is paid to the integration of neural networks into school lessons and to improving the quality of the educational process through modern artificial intelligence technologies.

**Keywords:** neural network technologies, integration, adaptive learning, personalization, professional development

---

### **Введение**

Современные тенденции глобального научно-технического прогресса диктуют необходимость активизации инновационных процессов в сфере образования, обусловленных стремительными изменениями информационной среды и потребностью формирования профессионально компетентных специалистов будущего. Именно поэтому интеграция новейших цифровых инструментов, в частности нейросетевых технологий, приобретает особую актуальность и перспективность для всех уровней образовательной системы. На IX Международной Конференции «Больше чем обучение», 24 октября 2025 года, где широко обсуждались роли новых подходов и методов, основанных на применении искусственного интеллекта, в развитии образовательных учреждений и подготовке квалифицированных кадров, Герман Греф подчеркнул значимость интеграции ИИ в образовательный процесс и выразил уверенность в том, что грамотное применение технологий сделает обучение эффективнее и подготовит выпускников к работе в высокотехнологичном обществе [1].

Современный мир ставит перед нами очевидный факт: учащиеся ежедневно сталкиваются с огромным объемом цифровых ресурсов и информационно-коммуникационных средств [2]. И одна из важных задач педагогов заключается в создании условий, которые позволят детям развить навыки критического осмысления информации, эффективной обработки больших массивов данных и самостоятельности в навигации внутри обширного информационного пространства. В связи с этим возрастающая роль нейросетевых технологий представляется неизбежной и оправданной [3].

Представим несколько типичных вариантов применения нейросетевых технологий в педагогической практике. Одним из распространенных направлений выступает внедрение автоматизированных систем верификации учебных материалов, которые осуществляют комплексную экспертизу: проверку уникальности содержания, обнаружение заимствований и оценку соответствия принятым качественным параметрам.

Такие механизмы повышают объективность оценивания, снижают нагрузку на педагога и способствуют развитию творческого потенциала учащихся путем освобождения преподавательского ресурса для индивидуальной поддержки и наставничества [4].

Широко распространены нейросетевые модели, предназначенные для верификации учебных материалов, среди которых выделяются следующие примеры:

1. BertChecker. Модель основана на трансформерской архитектуре семейства BERT и реализует комплексный подход к верификации учебных материалов. Основные функции включают: определение уникальности текста путём расчёта показателей сходства с существующими источниками; выявление прямого и скрытого плагиата с использованием механизмов векторного представления и анализа смысла; оценку качества материала по установленным критериям, таким как логичность, последовательность изложения и отсутствие нарушений академических стандартов.

2. Turnitin Neural Network Checker. Использует архитектурные решения на основе Transformer'ов для точной идентификации заимствований, включая случаи рерайтинга и скрытого копирования. Ключевая особенность TNNC — высокая чувствительность к семантическим соответствиям и пересказам.

3. DeepCheckAI. Основан на технологиях GPT-3/GPT-4 и предназначен для комплексного анализа учебных материалов. Помимо стандартного выявления заимствований, DeepCheckAI оценивает соответствие академическим стандартам и рекомендует корректировки, направленные на улучшение качества представленного материала.

4. UniCheck ML Verifier. Данная модель задействует гибридную архитектуру, сочетающую XLM-RoBERTa с возможностью мультиязычного анализа. UniCheck ML Verifier проводит проверку на уникальность и оценивает структуру текста, соответствие формальному стилю и уровню сложности изложения.

5. AcademicVerificator. Модель AcademicVerificator основывается на гибридной комбинации CNN и RNN, что позволяет производить глубокие анализы текстов и выявлять мельчайшие заимствования. AVNet выделяет слабые места материала, предлагая рекомендации по улучшению качества и устранению несоответствий.

6. NeuralVerify. Модель построена на основе механизма Transformer с дополнениями в виде модулей внимания и анализа семантической близости. Эта модель широко применяется для верификации научных и учебных текстов на различных языках, обеспечивая надёжную идентификацию заимствований и оценку логичности изложения.

Эти нейросетевые модели выступают в качестве мощных инструментов, обеспечивающих эффективный мониторинг учебных материалов и поддержание высоких стандартов качества в образовательном процессе.

Другим и весьма важным направлением использования нейросетевых технологий для процесса обучения выступает развитие персонализации образовательных траекторий [5]. Глубокая адаптация образовательных маршрутов возможна благодаря обработке поведенческих паттернов учащихся и выявлению ключевых факторов их успеваемости. Такой подход способствует формированию благоприятных условий для раскрытия индивидуального потенциала каждой личности, стимулирует интерес к учебе и повышает уровень усвоения материала.

Вместе с тем эффективное использование указанных технологий невозможно без соответствующей подготовленности самих педагогов. Освоение нейросетевых методов предполагает приобретение специальных компетенций, включающих понимание механизмов работы искусственных нейронов, способность выбора адекватных моделей и умения интерпретировать результаты анализа данных. Следовательно, важная роль отводится профессиональным сообществам, обеспечивающим переподготовку и повышение квалификации работников сферы образования.

Специализированные курсы, мастер-классы и научные мероприятия служат необходимой основой для систематического обновления профессионального багажа. Организация единого цифрового образовательного пространства, предназначенного для обмена опытом, взаимного консультирования и разработки совместных проектов, позволит преодолеть барьеры, препятствующие широкому распространению передовых практик.

Реализация стратегии массового внедрения нейросетевых технологий предъявляет высокие требования к уровню профессионализма сотрудников системы образования. Информатизация и цифровая трансформация требуют коренных изменений в структуре образовательных учреждений, переосмысления традиционных методов преподавания и трансформации роли педагога. Искусственный интеллект и нейросети становятся инструментами эффективной модернизации учебно-методического сопровождения, делают возможным переход к новым формам взаимодействия субъектов образовательного процесса и создают предпосылки для качественного скачка в уровне подготовки выпускников.

## **Опыт интегрирования нейросетевых решений в школьные программы и уроки информатики**

Современная школа активно осваивает потенциал нейросетевых технологий, интегрируя их в повседневную практику обучения. Одним из ярких примеров служит использование сервисов на основе искусственного интеллекта для автоматизации контроля знаний. Платформы «Яндекс.Репетитор»



предлагают нейросетевые модели для автоматического оценивания контрольных работ и тестов, что позволяет мгновенно выявить пробелы в знаниях учащихся и оперативно скорректировать дальнейшую работу учителя.

Яндекс.Учебник по информатике оснащён нейросетевыми моделями, предназначенными для повышения эффективности образовательного процесса. Особое внимание привлекает встроенный модуль анализа решений, который позволяет преподавателям объективно оценивать аутентичность выполненных учащимися заданий.

Какие характеристики нейросетевого анализа решений можно наблюдать в созданном ресурсе?

Определение подлинности решений:

Нейросетевые алгоритмы проводят глубокий анализ стилей программирования и логики решений, сопоставляя их с предыдущими попытками ученика и известными образцами из сети. Если выявлено значительное сходство с ранее опубликованными решениями или чужими вариантами, система сигнализирует о вероятности недобросовестного поведения.

Повышение качества обучения:

Автоматический анализ позволяет педагогам своевременно выявлять попытки списывания и корректировать стратегию обучения, направляя внимание на развитие самостоятельности учащихся. Это способствует воспитанию у учащихся ответственного подхода к выполнению заданий и формированию осознанного отношения к процессу обучения.

*Технологический прогресс:*

Включение нейросетевых моделей в учебник символизирует значительный шаг вперёд в развитии образовательных технологий. Подобные инструменты, ранее доступные только специалистам в области программирования, теперь доступны учителям для повышения качества диагностики и анализа решений.

*Оптимизация рабочей нагрузки:*

Нейросетевые технологии существенно сокращают время, затрачиваемое преподавателями на проверку решений, позволяя посвятить больше времени индивидуальной работе с учащимися и совершенствованию образовательного процесса. Включение нейросетевых технологий в Яндекс Учебник по информатике предоставляет преподавателям эффективные инструменты для анализа и интерпретации решений учащихся, способствующие повышению качества обучения и формированию ответственного отношения к учёбе.

Адаптивное обучение в различных существующих онлайн-платформах представляет собой высокоэффективный подход, основанный на использовании нейросетевых моделей и алгоритмов машинного обучения, способных автоматически подстраиваться под индивидуальные потребности каждого учащегося. Например, платформа Stepik применяет адаптивную схему обучения, где нейросетевые алгоритмы непрерывно анализируют успехи и трудности учащихся, предлагая персонализированные задания и рекомендации. Подобный подход повышает результативность обучения, так как задания автоматически подстраиваются под уровень подготовки ученика, что предотвращает как перегрузку, так и скуку от легких задач.

Еще одним ярким примером выступает платформа Coursera, где встроенные нейросетевые модели отслеживают динамику усвоения материала и подстраивают последующий контент, соответственно, уменьшая временной интервал между уроками и экзаменационными заданиями.

Нейросетевые технологии позволяют максимально экономить время и усиливать концентрацию внимания учащихся, предоставляя целенаправленную помощь в нужных направлениях. Например, нейросетевая модель Stepik анализирует типы допущенных ошибок и формирует рекомендации для дополнительных материалов, что помогает устранить пробелы в знаниях.

Подобные алгоритмы на Coursera регулируют сложность последующих заданий, гарантируя, что каждый ученик занимается на уровне, соответствующем его текущим навыкам. Встроенные нейросетевые механизмы анализируют прогресс и мотивацию учеников, позволяя предотвратить усталость и потерю интереса, автоматически переключая уровень сложности заданий.

Ярким преимуществом этих платформ является их способность автоматически подбирать задания по типу мыслительной деятельности (логическое, пространственное, аналитическое мышление), что повышает глубину усвоения материала. Благодаря внедрению нейросетевых технологий адаптивного обучения, платформы типа Stepik и Coursera способствуют формированию устойчивого интереса к программированию и естественным наукам, существенно увеличивая эффективность образовательного процесса.

Отдельно хочется выделить платформу от СберОбразования Edu-assist.me [6], которая представляет собой multifunctional онлайн-платформу, специально разработанную для оптимизации многих функций образовательного процесса и повышения его эффективности как для учителей, так и для учащихся. («Ассистент преподавателя» — цифровой сервис на базе искусственного интеллекта для педагогов, разработанный под руководством академической лаборатории «СберОбразования» в партнёрстве со Сбером, СПбГУ и МГПУ. Запущен в апреле 2024 года, входит в реестр российского ПО (№27417 от 11 апреля 2025 года).

Особенностью платформы является интеграция нейросетевых алгоритмов, таких как интеллектуаль-

ные системы поддержки принятия решений, что позволяет обеспечивать индивидуализированный подход к каждому ученику.

«Ассистент преподавателя» предоставляет учителям удобный интерфейс для создания и распределения персонализированных учебных материалов, адаптированных под уровень подготовки и интересы учащихся, что способствует повышению вовлечённости и мотивации последних. Одной из ключевых функций платформы является система автоматического анализа результатов выполнения заданий, которая позволяет моментально выявлять слабые места и ошибки, формируя рекомендации для дальнейших действий.

Учителя могут использовать платформу для оперативного мониторинга успеваемости и своевременного вмешательства в случае возникновения трудностей у отдельных учеников, что значительно повышает качество образовательного процесса. «Ассистент преподавателя» оснащен механизмом генерации интерактивных упражнений, что позволяет преподавателям быстро создавать интересные и полезные задания, адаптированные под индивидуальные потребности учащихся.

Внедрение платформы способствует оптимизации временных затрат учителя, так как значительная часть рутинных задач (например, проверка домашнего задания) выполняется автоматически, что освобождает время для индивидуальной работы с учениками. Платформа располагает богатыми возможностями для организации гибридного обучения, сочетая традиционные формы обучения с цифровыми технологиями. Благодаря наличию встроенных нейросетевых моделей, платформа позволяет отслеживать динамику обучения, своевременно корректировать стратегию преподавания и поддерживать постоянный интерес учащихся к предмету, что делает её полезной составляющей современного образовательного процесса.

Если говорить о преподавании конкретно предмета информатики, то эффективным способом вовлечения учащихся в изучение искусственного интеллекта стали задания по созданию простых нейросетевых классификаторов. Так, в 2024-2025 учебном году ученики 8 класса создавали собственные наборы данных и обучали простейшие нейросети распознавать объекты. Подобные проекты способствуют лучшему пониманию принципов работы нейронных сетей и вырабатывают навыки критического мышления.

Не менее полезное направление включения нейросетей в школьную практику связано с применением нейросетей в организации исследований. Ученики научились собирать массивы данных и обрабатывать их с помощью нейросетей. Создаваемые графики и прогнозы вызывают живой интерес и позволяют развить навыки работы с большими объемами информации.

Такие практики показывают, насколько полезны нейросетевые технологии в повседневной школе. Их активное внедрение способствует росту интереса учащихся к естественным наукам и технике, формированию компетенций, востребованных в современном мире, и помогает педагогам разнообразить формы и методы обучения, улучшая качество образовательного процесса.

### **Повышение квалификации педагогов. Форматы семинаров и тренингов для освоения методов работы с нейросетями**

Развитие образовательных технологий ставит перед современными педагогами задачу освоения новых инструментов, среди которых теперь значительное место занимают нейросетевые технологии. Понимание их потенциала и умение правильно использовать эти технологии становится одной из важнейших составляющих профессиональной подготовки педагогов.

Учитывая растущую потребность в интеграции нейросетей в учебный процесс, автором разработаны специальные семинарские и тренинговые программы, направленные на передачу собственного опыта и содействие профессиональному росту коллег. Цель семинаров — ознакомление педагогов с основными возможностями нейросетевых технологий и предоставление инструкций по их эффективному применению в различных учебных ситуациях.

Программа семинаров начинается с демонстрации успешных примеров использования нейросетей в учебном процессе, как авторских, так и педагогов в дальнейшем. Здесь рассматриваются конкретные ситуации, иллюстрирующие пользу нейросетевых сервисов для преподавателей различных дисциплин. Например, учитель литературы после прохождения первого семинара поделился положительным опытом применения нейросети для анализа художественной выразительности и стилистических приемов в литературе. Такая технология позволила ученикам глубже погрузиться в суть изучаемого материала и выработать более четкую картину восприятия произведений.

Преподаватели истории нашли интересное решение в создании интерактивных экскурсий, дополненной функцией анализа исторических документов с помощью нейросетей. Так, при помощи нейросетевых алгоритмов удается извлекать важную информацию из архивных записей, ускорять обработку больших объемов исторической документации и демонстрировать факты в динамичной форме, доступной современному поколению школьников.

В дальнейшем организация регулярных семинаров и тренингов по освоению нейросетевых технологий показала свою высокую эффективность и востребованность среди педагогов. Внедрение полученных знаний ведет к увеличению интереса учащихся к образовательному процессу, поддержанию высокого уровня профессиональной подготовки учителей и формированию готовности молодого поколения к будущему в условиях быстрого развития цифровых технологий.

Ниже приведена таблица с планом семинара из трех занятий для педагогов с начальным уровнем владения нейросетей:

Таблица 1

|                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Занятие 1. Введение в нейросети и ассистенты преподавателя                                   |
| Что такое нейросети и как они работают?                                                      |
| Основные понятия: нейроны, слои, обучение, датасеты.                                         |
| Простые примеры нейросетей.                                                                  |
| Ассистент преподавателя (AP): введение.                                                      |
| Что такое AP и как он может помочь учителю?                                                  |
| Возможности ассистента: генерация заданий, анализ результатов, помощь в планировании уроков. |
| Типы задач, решаемых нейросетями и ассистентами.                                             |
| Классификация, генерация контента, диагностика индивидуальных особенностей учащихся.         |
| Занятие 2. Практическое применение нейросетей и ассистента преподавателя                     |
| Использование нейросетей в школьной практике.                                                |
| Автоматизация проверки заданий.                                                              |
| Создание адаптивных тестов и заданий.                                                        |
| Работа с ассистентом преподавателя.                                                          |
| Установка и настройка ассистента.                                                            |
| Первые шаги в использовании AP для подготовки уроков и анализа результатов.                  |
| Практическое занятие: генерация заданий с использованием нейросети.                          |
| Постановка задачи.                                                                           |
| Генерация и отбор заданий с помощью ассистента.                                              |
| Занятие 3. Дальнейшее развитие навыков работы с нейросетями и ассистентом                    |
| Продвинутые возможности ассистента преподавателя.                                            |
| Настройка AP для адаптивного обучения.                                                       |
| Персонализация заданий для учеников разных уровней.                                          |
| Генерация контента с помощью нейросетей.                                                     |
| Использование нейросетей для создания учебных материалов и тестов.                           |
| Мастер-класс: создание адаптивного теста с помощью ассистента преподавателя.                 |
| Постановка задачи.                                                                           |
| Пошаговое создание адаптивного теста.                                                        |

Перспективы развития направления и выводы о значимости подготовки педагогов в области нейросетевых технологий

Исследования последних лет [7] свидетельствуют о значительных изменениях в парадигме образовательного процесса, вызванных повсеместным внедрением нейросетевых технологий. Педагоги вынуждены учитывать эти изменения, преобразовывая традиционные методы обучения в более гибкие и технологически насыщенные формы.

Повседневная практика педагогической работы подтверждает возможную гипотезу о существенном повышении эффективности обучения при условии целесообразного и релевантного использования нейросетевых инструментов. Так, реализованный комплекс мероприятий, включавший организацию семинаров, тренингов и лабораторных занятий, позволил сформировать у педагогов устойчивые компетенции в области применения нейросетей в учебном процессе.

Наиболее показательными примерами положительного воздействия являются следующие случаи:

- Улучшенная диагностика уровня владения предметом за счёт внедрения нейросетевых систем оценки знаний, снижающих риск субъективизма и увеличивающих прозрачность выставления оценок.
- Расширение арсенала приёмов и методов работы учителя за счёт создания удобных инструментов анализа и синтеза информации, таких как автоматическое распознавание текстов и обработка изображений.

- Возросший интерес учащихся к предмету благодаря появлению новых геймифицированных элементов и форматов взаимодействия, создаваемых на основе нейросетевых решений.

Среди положительных эффектов отмечаются рост творческой активности педагогов, расширение спектра используемых дидактических средств и повышение уровня удовлетворённости учащихся качеством предоставляемых образовательных услуг.

Решение проблемы нехватки квалифицированных кадров потребует увеличения числа специализированных курсов повышения квалификации и расширения количества центров дистанционного обучения нейросетевым технологиям. Потенциальная выгода возможна лишь при наличии достаточной

степени подготовки педагогов, что подчеркивает острую необходимость интенсификации усилий по переподготовке и повышению квалификации кадров в данной области.

#### **Список использованных источников**

- [1] Греб Г. Искусственный интеллект учит нас думать по-новому // МК.Ru. – 2025. – 24 окт. – Режим доступа: <https://www.mk.ru/social/2025/10/24/german-gref-iskusstvennyy-intellekt-uchit-nas-dumat-ponovomu.html>. – Заглавие с экрана.
- [2] Каримова Д. К., Хошимова Ч. С., Джураева Ш. Т. Актуальность использования информационных технологий в образовательном процессе // Теория и практика современной науки. 2020. №3 (57). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-ispolzovaniya-informatsionnyh-tehnologiy-v-obrazovatelnom-protseste> (дата обращения: 31.10.2025).
- [3] Касавина Н.А. Человек и техника: амбивалентность электронной культуры // Epistemology & Philosophy of Science. 2018. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chelovek-i-tehnika-ambivalentnost-elektronnoy-kultury> (дата обращения: 18.10.2021).
- [4] Субботин Д.А. Использование нейросетевых технологий для анализа и прогнозирования эффективности образовательных программ // Вестник ТИУИЭ. 2025. №3 (47). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-neyrosetevyh-tehnologiy-dlya-analiza-i-prognozirovaniya-effektivnosti-obrazovatelnyh-programm> (дата обращения: 31.10.2025).
- [5] Сердарова Г.Д. Адаптивное обучение: персонализация образовательного процесса с помощью нейросетей // IN SITU. 2025. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/adaptivnoe-obuchenie-personalizatsiya-obrazovatel'nogo-protsesta-s-pomoschyu-neyrosetey> (дата обращения: 31.10.2025).
- [6] Лихошерст Н. Сервис на основе технологии ИИ «Ассистент преподавателя» как рабочий инструмент для заместителя директора, методиста и наставника // online.jmc-mosk.ru: сайт. 17 слайдов. URL: <https://online.imc-mosk.ru/files/pmof2025/materials/1.pdf> (дата обращения: 31.10.2025).
- [7] Хабибуллин, И. Р. Актуальность использования нейросетей в образовательных целях / И. Р. Хабибуллин, О. В. Азовцева, А. Д. Гареев. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2023. — № 13 (460). — С. 176-178. — URL: <https://moluch.ru/archive/460/101127/> (дата обращения: 31.10.25).

#### **Об авторе:**

**Шегай Ирина Николаевна**, учитель информатики, ЧОУ «Частная школа “Золотое сечение”» (119071, Российская Федерация, г. Москва, Ленинский проспект, д. 13А), [irishking@yandex.ru](mailto:irishking@yandex.ru)

#### **About the author:**

**Irina Nikolaevna Shagai**, Computer Science Teacher, Private Educational Institution “Private School ‘Golden Section’” (13A Leninsky Prospekt, Moscow 119071, Russian Federation), [irishking@yandex.ru](mailto:irishking@yandex.ru)

## Конверсум: где начинается видение

Е. А. Назарова<sup>1\*</sup>, А. Н. Белова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> МБОУ СШ № 52 имени Героя Российской Федерации Шишкова А.В., г. Ульяновск, Российская Федерация  
Адрес: 432034, Российская Федерация, г. Ульяновск, ул. Терешковой, д. 6

<sup>2</sup> МБОУ «Губернаторский лицей № 100», г. Ульяновск, Российская Федерация  
Адрес: 432054, Российская Федерация, г. Ульяновск, бульвар Знаний, зд. 1

\* largelenivec@mail.ru

### Аннотация

Современное информационно-технологическое образование переживает эпоху трансформации, где традиционные формы обучения уступают место интегративным информационно-педагогическим технологиям. «Конверсум» в данном контексте — это не просто среда, объединяющая технологии, педагогику и цифровую культуру. Это точка пересечения **видения будущего**, где формируются не только профессиональные, но и мировоззренческие компетенции будущего ИТ-специалиста. В данной работе ключевым является ответ на вопрос «где начинается видение?».

**Ключевые слова:** конверсум, конвергенция знаний, интердисциплинарный подход, структурный подход, междисциплинарность, метапредметность

## Conversum: Where Vision Begins

E. A. Nazarova<sup>a</sup>, A. N. Belova<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Municipal Budgetary General Education Institution Secondary School No. 52 named after Hero of the Russian Federation A. V. Shishkov, Ulyanovsk, Russian Federation  
Address: 6 Tereshkova St., Ulyanovsk 432034, Russian Federation

<sup>b</sup> Municipal Budgetary General Education Institution "Governor's Lyceum No. 100", Ulyanovsk, Russian Federation

Address: build. 1, Znaniy Boulevard, Ulyanovsk 432054, Russian Federation

\* largelenivec@mail.ru

### Abstract

Modern information technology education is undergoing an era of transformation, in which traditional forms of learning are giving way to integrative information and pedagogical technologies. In this context, "Conversum" is not merely an environment that brings together technology, pedagogy, and digital culture. It is a point where visions of the future intersect, forming not only the professional competencies but also the worldview competencies of future IT specialists. In this paper, the key issue is the answer to the question "Where does vision begin?"

**Keywords:** conversum, convergence of knowledge, interdisciplinary approach, structural approach, interdisciplinarity, metadisciplinarity

Современная школа переживает момент серьёзных изменений: от предметной разобщённости — к интеграции, от заучивания — к осмысленному применению знаний, от технологии ради технологии — к технологии ради мыслительного развития. Всё чаще говорят о необходимости внедрения междисциплинарного и STEAM-подхода (на стыке науки, технологий, инженерии, искусства и математики) как ответа на вызовы XXI века. Но вместе с этим возникают и новые, подчас непростые, проблемы в сфере информационно-технологического образования, которые определяются сложным контекстом современного мира.

Но если мы обратимся к сфере экономики, которая содержит достаточно чёткие маркеры для будущей системы образования, то увидим, что на первый план выходят такие навыки как инноваторство, предпринимательское решение, креативность, цифровая грамотность, умение проектировать новые системы. При этом, не стоит забывать, что центром этой логики является ребёнок, который через 5-7 лет обучения выйдет на рынок труда.

В связи с этим возникает вопрос: «Где начинается видение?» организации информационно – технологического образования, основанного на симбиозе различных учебных предметов и направленного не столько на формирование единой картины мира, сколько на возможность формирования представлений мира будущего.



На наш взгляд один из возможных способов решения данной проблемы – реализация авторской концепции “Конверсум: где начинается видение”. Данная концепция актуальна, так как делает обучение конкурентным, потому что её цель – это формирование мышления, способного решать комплексные задачи за пределами одного предмета, а мы в свою очередь создаём пространство, где знания не разделяются, а сплетаются в реальные смыслы.

Термин “Конверсум” можно рассматривать как метафору конвергенции знаний, технологий и педагогики. Методологической основой концепции является синтез интердисциплинарного и структурного подходов. В основе концепции лежат идеи В.А. Сухомлинского, Алекса Осборна и Сергея Пархоменко.

Интердисциплинарный подход даёт возможность формировать целостную картину мира, повышать мотивацию и развивать метапредметные компетенции. Реперными точками из идей структурного подхода стали технология SCAMPER, авторские проектные карточки и контекстные задачи.

В подтверждении этого приведём механизм работы концепции на примере некоторых кейсов.

Методика SCIMPER. Содержит несколько методов, которые можно использовать для преобразования задания из репродуктивного в реконструктивное.

Так, например, при рассмотрении раздела “Моделирование как метод познания” и разработки модели физического явления “Поглощение света” можно изменить ключевые физические параметры среды, через которую проходит и в которой поглощается солнечный свет. Для этого, достаточно предложить рассмотреть модель данного явления на планете Венера и предложить литературное описание (но достаточно детальное) “Всё лето в один день” Р. Брэдли.

Или, предложить ответить на вопрос: “Как сохранить данные, если исчезнет современная техника?”

В каждом из приведённых примеров отсутствует сухая формулировка задачи, которая зачастую изначально демотивирует обучающихся.



Рис. 1. Проектные карточки по теме: “Системы счисления”

Ещё одним приёмом, активизировать познавательный интерес обучающихся - использование авторских проектных карточек.

Проектные карточки, разработанные по 4 направлениям: проблема, целевая аудитория, инструмент и дополнительное условие.

Данный набор карточек можно описать как инструментальную систему для запуска образовательных проектов или рассмотрения учебного материала на различных этапах урока.

Проектные карточки — это методический инструмент, который помогает:

- структурировать задание;
- задавать рамку (фрейм) для проектной работы;
- стимулировать креативное мышление у учеников.

Каждая карточка отражает один ключевой элемент проектного процесса:

**Проблема** — обозначает вызов, на который нужно найти решение;

**Инструмент** — метод или средство, с помощью которого создаётся решение;

**Целевая аудитория** — для кого делается проект (начальная школа, средняя, старшая), тем самым определяя когнитивную рамку;

**Дополнительное условие** — ограничение или фокус, который делает задачу интереснее.



Рис. 2. Проектные карточки по теме: «Моделирование как метод познания»

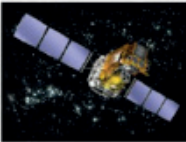
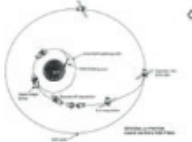
Ученики вытягивают карточки (или получают их от учителя), а затем комбинируют: Проблема + Инструмент + Целевая аудитория + Условие = уникальный проект / образовательный продукт.

«Поглощение света» + «Пинхол» + «Старшая школа» = статическая модель + новые знания в области информатики, физики, химии и математике.

Проектные карточки превращают занятие / урок в игру и исследование, помогают ученикам увидеть взаимосвязи между предметами и дают возможность учителю легко варьировать уровень сложности.

### Информатика 9 класс

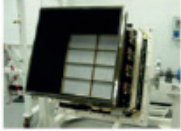
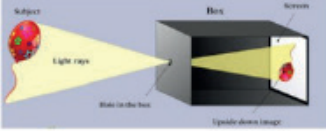
1) Контекст о научных достижениях в области астрофизики:

**Международная орбитальная обсерватория «Интеграл»** (ESA, запуск 2002 г.) — крупнейший космический аппарат для исследования космоса в гамма-диапазоне. Один из ключевых приборов — **IBIS (Imager on Board the Integral Satellite)** — гамма-телескоп, позволяющий строить изображения высокоэнергетических процессов в космосе. Он фиксирует излучение от черных дыр, нейтронных звёзд, гамма-всплесков и других экстремальных объектов.

### Тема «Моделирование как метод познания» Практическая работа

2) Задача с инструкцией выполнения, записи ответа, формулирование вывода:

- Определите цель моделирования и опишите, какие существенные признаки реального прибора будут сохранены в вашей модели.
- Постройте знаковую модель работы IBIS в виде блок-схемы (от источника излучения до регистрации данных).
- Разработайте физическую модель — чертёж или 3D-модель прибора IBIS в масштабе 1:20, если реальная длина составляет 3 м.
- Постройте пинхол-камеру из подручных материалов и объясните, какие процессы в ней аналогичны принципам работы гамма-телескопа.
- Определите, какие упрощения будут внесены в модель и как они повлияют на результат.
- Предложите, как можно смоделировать «космическое излучение» в условиях класса (например, лазер, светодиод, компьютерная симуляция).

Рис. 3. Пример авторской контекстной задачи

Вместо карточек можно использовать контекстную задачу, рассказывающую о достижении Российских учёных, например, в рамках абсерватории Интеграл.

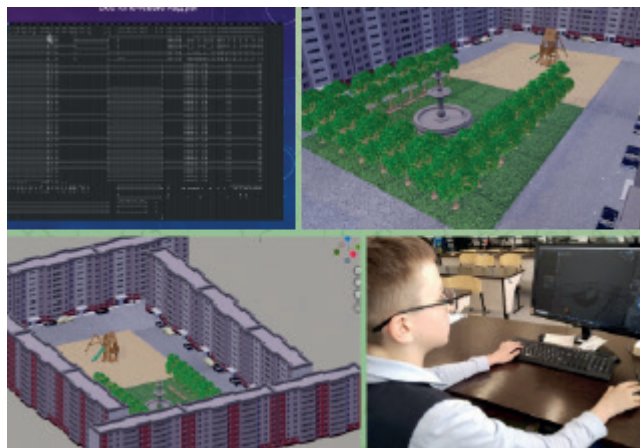


Рис. 4. Пример детского проекта

Или, предложить выбрать место для нового парка в городе, чтобы туда было удобно добираться и разработать его внешний вид.

Контекст: учащиеся — “городские аналитики”. Нужно определить оптимальное место для парка, учитывая расстояние до школ, домов, транспорта и др.

Время – не единственная характеристика, которая отличает два этих приёма. С первым можно выходить и на неподготовленную аудиторию, а вот второй, требует наличие у ребят дополнительных инструментальных навыков.

Таким образом, “Конверсум” становится “экосистемой видения” — пространством, где ученик видит не только код или алгоритм, но и смысл своей будущей профессии.

Видение начинается с осознанного взаимодействия между педагогом, обучающимся и технологией. А информационно-педагогические технологии становятся инструментом не только передачи знаний, но и развития проектного мышления, креативности и цифрового самосознания.

Ключевые точки “начала видения”:

- Мотивация через цифровую среду — использование игровых и симуляционных платформ для вовлечения в реальную ИТ-практику.
- Совместное творчество — работа в виртуальных командах, open-source проектах и хакатонах.
- Моделирование будущего — обучение через проектирование цифровых решений для социальных, экологических и образовательных задач.

Мы показали приемы, которые позволяют привнести искусство, архитектуру, бизнес в предмет, не потеряв его суть равномерно распределив внимание на формирование образовательных результатов в целом.

Предлагаемая концепция требует от учителей знаний и в других предметных областях, не все учителя идут на это, поскольку считают, что необходимо специальное оборудование. Поэтому, в данной работе, мы стремимся показать, что симбиоз предметов можно создавать здесь и сейчас объединяя в себе знания из математики, химии, физики и информатики и др. И можно реализовываться в любых предметных областях. Как тенсегрити в математике или прядильный станок на уроках литературы. И тогда появиться осознанность.

Таким образом, синтез интердисциплинарного и структурного подходов уникален тем, что сочетает широту взгляда с глубиной понимания, превращая фрагменты знаний в осмысленную систему.

Есть и риски, например, потерять свой предмет, но правильное следование технологии применения методов позволит его избежать.

Конверсум начинается там, где педагогика перестаёт быть транслирующей, а становится создающей. А развитие профессиональных ИТ-компетенций — не просто освоением инструментов, а формированием нового типа мышления, основанного на цифровой этике, коллаборации и творчестве.

Видение в ИТ-образовании — это способность увидеть связи между технологиями, обществом и человеком. И именно здесь — в пространстве Конверсума — начинается настоящее видение будущего.

Оно начинается там, где педагог и обучающийся перестают быть участниками процесса и становятся его соавторами, исследователями, проектировщиками собственного цифрового будущего.

Мы предлагаем концепцию, которая не уходит от классики, но обогащает образовательный процесс и делает его интересным в создании мира будущего.

### Список использованных источников

- [1] Андреев А.А. Информационно-образовательная среда современного вуза. — М., 2022.
- [2] Castells M. The Rise of the Network Society. — Wiley-Blackwell, 2010.
- [3] UNESCO. ICT Competency Framework for Teachers. — 2023.
- [4] Prensky M. Digital Natives, Digital Immigrants. — 2001.
- [5] Полат Е.С. Современные педагогические и информационные технологии в образовании. — М., 2021.

### Об авторах:

**Назарова Елена Александровна**, учитель математики и информатики, Почётный работник общего образования РФ, МБОУ СШ № 52 имени Героя Российской Федерации Шишкова А.В. (432034, Российская Федерация, г. Ульяновск, ул. Терешковой, д. 6), руководитель код-класса, largelenivec@mail.ru

**Белова Анастасия Николаевна**, учитель информатики, МБОУ «Губернаторский лицей № 100» (432054, Российская Федерация, г. Ульяновск, бульвар Знаний, зд. 1), руководитель код-класса, arvin3600@mail.ru

### About the authors:

**Elena Aleksandrovna Nazarova**, Teacher of Mathematics and Computer Science, Honored Worker of General Education of the Russian Federation, Municipal Budgetary General Education Institution Secondary School No. 52 named after Hero of the Russian Federation A. V. Shishkov (6 Tereshkova St., Ulyanovsk 432034, Russian Federation), coding class supervisor, largelenivec@mail.ru

**Anastasia Nikolaevna Belova**, Computer Science Teacher, Municipal Budgetary General Education Institution "Governor's Lyceum No. 100" (build. 1, Znaniy Boulevard, Ulyanovsk 432054, Russian Federation), coding class supervisor, arvin3600@mail.ru



## **ИИ в обучении английскому языку студентов разноуровневых групп. План занятия**

**Ю. В. Шубина, О. И. Морковина\***

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 119991, Российская Федерация, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1

\* olga.altukhowa@gmail.com

## **AI in Teaching English to Students in Mixed-Level Groups: Lesson Plan**

**Yu. V. Shubina, O. I. Morkovina\***

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

Address: 1 Leninskie gory, Moscow 119991, GSP-1, Russian Federation

\* olga.altukhowa@gmail.com

Проблема проектирования учебных занятий для разноуровневых групп, то есть, учебных групп, в которых присутствуют студенты с различным уровнем владения английским языком, является одной из наиболее актуальных в практике преподавания английского языка в неязыковых вузах. Традиционные методики, например, использование различных заданий к одному материалу (тематический подход) или полностью различных блоков материалов, используются широко, однако, имеют свои недостатки, такие, как значительные временные затраты преподавателя на подготовку учебных материалов, увеличение разрыва знаний внутри группы. Кроме того, обучение в разноуровневой группе может привести к снижению мотивации как учащихся с более высоким, так и с более низким уровнем владения языком.

В связи с этим представляется целесообразным интеграция информационных технологий, в особенности, инструментов, использующих искусственный интеллект (ИИ) как в процесс проектирования, так и непосредственно в процесс проведения занятия.

Представленный план занятия по теме «History of programming languages» является примером того, как инструменты, основанные на технологии ИИ, могут быть применены для решения задач обучения английскому языку студентов разноуровневых групп ИТ-специальностей.

Разработанный план построен на основании ключевых принципов педагогического проектирования, понимаемого как создание предположительных вариантов предстоящей деятельности и прогнозирование ее результатов. Целью занятия является формирование и активизация навыков употребления новой лексики для обсуждения профессиональных вопросов. Комбинированный тип занятия позволяет решать образовательные, развивающие и воспитательные задачи.

Материальное оснащение, необходимое для проведения занятия, включает в себя как традиционные учебно-методические материалы, так и цифровые ресурсы.

Использование инструментов, основанных на технологии ИИ, позволяет комбинировать преимущества двух традиционных подходов к работе с разноуровневыми группами, сводя к минимуму их недостатки и пользуясь их преимуществами. На этапе работы с текстом из учебника представленный план предусматривает использование платформы Twee.com для автоматической генерации вопросов различной сложности. Стоит заметить, что подобные сервисы позволяют точно дифференцировать задания по уровням сложности английского языка (CEFR).

- Для студентов уровня Intermediate генерируются вопросы, требующие анализа и обобщения информации («How does a programming language serve as an abstraction mechanism?»).
- Для студентов уровня Pre-Intermediate формулируются вопросы, направленные на извлечение конкретной фактологической информации («What was the name of the device invented by Charles Babbage...?»).

Данная методика позволяет сохранить единую тематическую канву занятия для всей группы, обеспечивая при этом соответствие заданий уровню владения иностранным языком каждого студента. Это снимает проблему, когда единый материал оказывается чрезмерно сложным для одной подгруппы и слишком простым для другой.

Аутентичный видеоматериал в свою очередь сопровождается принципиально разными типами заданий, также созданных с использованием ИИ-инструментов.

- Для Pre-Intermediate предлагается задание в формате множественного выбора (multiple choice), что проверяет общее понимание просмотренного материала.
- Для Intermediate используются вопросы, требующие детального понимания и формулирования развернутого ответа («Why is Python a great option for beginners?»).



Такой подход позволяет эффективно развивать навыки аудирования у студентов с разным уровнем подготовки.

Важным элементом представленного плана занятия является групповая работа, в ходе которой студенты с привлечением генеративного ИИ и нейросетей для визуализации совместно готовят презентацию. Данная форма работы является эффективным способом интеграции студентов разного уровня в общую деятельность, способствует развитию диалогической речи. Студенты с более высоким уровнем языка могут курировать взаимодействие с текстовым ИИ и выступать с презентацией, в то время как студенты с уровнем Pre-Intermediate могут активно участвовать в генерации и отборе визуального контента, что также требует понимания темы, но предъявляет меньшие требования к уровню владения языком. Кроме того, использование информационных технологий значительно повышает вовлеченность студентов и их мотивацию, делая результат работы осязаемым и лично значимым для каждого участника.

Таким образом, использование информационных технологий в проведении занятий в разноуровневых группах позволяет преодолеть ограничения традиционных методик работы с группами данного типа и создает гибкую, адаптивную и мотивирующую образовательную среду, адекватную вызовам современного высшего образования. При этом ИИ не заменяет преподавателя, а выступает инструментом, требующим педагогического контроля и корректировки.

### **Список использованных источников**

- [1] Е.К. Беликова, А.Ю. Илютина, М.А.Круглова, С.И. Плиева, Л.Б.Саратовская. Computer Science: the English Language Perspective. — М.: ИНФРА-М, 2014. — 299 с.
- [2] Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. — М.: Педагогика, 1989. — 192 стр.
- [3] Классен Е.В., Одегова О.В. Разноуровневое обучение иностранному языку в высшей школе // Вопросы методики преподавания в вузе. 2019. №30. С. 8 – 19
- [4] Bell, J.S. Teaching Mixed Level Classes. // The Cambridge Guide to
- [5] Pedagogy and Practice in Second Language Teaching, 2012. P. 86 — 92
- [6] Ur, P. 100 Teaching Tips. — Cambridge University Press, 2016. 120 p.

### **Об авторах:**

**Шубина Юлия Витальевна**, преподаватель кафедры английского языка факультета вычислительной математики и кибернетики, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова» (119991, Российская Федерация, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1), yuliya001@gmail.com

**Морковина Ольга Игоревна**, преподаватель кафедры английского языка факультета вычислительной математики и кибернетики, кандидат филологических наук, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова» (119991, Российская Федерация, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1), olga.altukhowa@gmail.com

### **About the authors:**

**Yulia V. Shubina**, Lecturer of the Department of English, Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics, Lomonosov Moscow State University (1 Leninskie gory, Moscow 119991, GSP-1, Russian Federation), yuliya001@gmail.com

**Olga I. Morkovina**, Lecturer of the Department of English, Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics, Cand. Sci. (Philol.), Lomonosov Moscow State University (1 Leninskie gory, Moscow 119991, GSP-1, Russian Federation), olga.altukhowa@gmail.com

**Научное издание**  
**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ**  
**КОМПЬЮТЕРНЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ НАУК**

**Труды Международного конгресса**

20 – 22 ноября 2025 г., Москва

Под редакцией профессора В.А. Сухомлина

Подписано в печать 09.04.2026 г. Выход в свет 15.04.2026 г.

Формат 60×90 1/16. Бумага офсетная.

Печать цифровая. Гарнитура «Cambria».

Усл. печ. л. 10. Тираж 50 экз. Заказ № 228834.

Свободная цена.

Отпечатано в типографии

Публичное акционерное общество «Т8 Издательские Технологии»  
109316, РФ, г. Москва, Волгоградский проспект, д.42, корп.5, ком. 6

+7 (499) 322-38-30

[info@t8print.ru](mailto:info@t8print.ru)

[www.t8print.ru](http://www.t8print.ru)