

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



**ТРАНСФОРМАЦИЯ
МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО
И ИТ-ОБРАЗОВАНИЯ
В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ**

Материалы

II Международной научно-практической конференции

**Республика Беларусь
Минск, 22–24 апреля 2025 г.**

В двух частях

Часть 2

**TRANSFORMATION
OF THE MECHANICAL-MATHEMATICAL
AND IT-EDUCATION
IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION**

Proceedings

of the II International Scientific and Practical Conference

**Republic of Belarus
Minsk, April 22–24, 2025**

In two parts

Part 2

Научное электронное издание

Минск, БГУ, 2025

**ISBN 978-985-881-798-5 (ч. 2)
ISBN 978-985-881-796-1**

© БГУ, 2025

УДК 37:004(06)+51:37.016(06)+53:37.016(06)
ББК 74.025.3я431+22р.я431

Редакционная коллегия:

доктор педагогических наук, профессор *Н. В. Бровка* (гл. ред.);
доктор физико-математических наук, профессор *М. А. Журавков* (зам. гл. ред.);
академик НАН Беларуси, доктор технических наук, профессор *С. В. Абламейко*;
доктор педагогических наук, доцент *Ю. В. Вайништейн*;
кандидат физико-математических наук, доцент *Л. Л. Голубева*;
доктор физико-математических наук, профессор *М. В. Носков*

Рецензенты:

доктор физико-математических наук, профессор *С. М. Босяков*;
доктор педагогических наук, профессор *В. В. Казаченок*;
доктор педагогических наук, доцент *Д. Г. Медведев*

Трансформация механико-математического и ИТ-образования в условиях цифровизации = Transformation of the mechanical-mathematical and IT-education in the context of digitalization : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Респ. Беларусь, Минск, 22–24 апр. 2025 г. В 2 ч. Ч. 2 / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: Н. В. Бровка (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2025. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Текст : электронный. – ISBN 978-985-881-798-5.

Рассмотрено учебно-методическое обеспечение естественно-математического и ИТ-образования в условиях цифровизации, применение искусственного интеллекта, виртуальной и дополненной реальности, интерактивных цифровых технологий в обучении, внутренняя система оценки качества образования.

Минимальные системные требования:

PC, Pentium 4 или выше; RAM 1 Гб; Windows XP/7/10;
Adobe Acrobat.

Оригинал-макет подготовлен в программе Microsoft Word

На русском и английском языках

В авторской редакции

Ответственный за выпуск *И. С. Козловская*

Подписано к использованию 22.07.2025. Объем 5,6 МБ

Белорусский государственный университет.
Управление редакционно-издательской работы.
Пр. Независимости, 4, 220030, Минск.
Телефон: (017) 259-72-40.
email: urir@bsu.by
<http://elib.bsu.by>

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО И ИТ-ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ	6
<i>Бердикин Т.А.</i> Применение инструментов генеративного искусственного интеллекта в дополнительном образовании	6
<i>Блинов И., Романчик В.С.</i> Использование искусственного интеллекта для написания Java программ	10
<i>Босенко Т.М.</i> Малые языковые модели как инструмент цифровой трансформации обучения SQL в профессиональном ИТ-образовании	15
<i>Булдык Е.А., Козак Е.А.</i> SWOT-анализ технологий виртуальной и дополненной реальности в образовательном пространстве	20
<i>Вакалова В.А.</i> Робототехнические конструкторы и виртуальные среды ка основа гибридной образовательной среды.....	25
<i>Вельченко С. А., Медведев Д. Г.</i> Искусственный интеллект при обучении параллельным алгоритмам	31
<i>Воронов М. В.</i> Естественно-математическая подготовка в условиях широкого применения систем искусственного интеллекта	37
<i>Гуреев С.М.</i> Комплексный подход к оценке предметных и метапредметных результатов в рамках информатизации внутренней системы оценки качества образования.....	42
<i>Заславский А.А., Заславская Н.А.</i> Применение нейронных сетей при организации современного урока по информатике в школе	46
<i>Игнатчик У.С</i> Примеры решения задачи предобработки двумерных данных с использованием инструментов статистики и искусственного интеллекта WOLFRAM LANGUAGE	51
<i>Ковалев Е.Е.</i> Модель реализации экосистемного подхода при обучении студентов ИТ-направлений	56
<i>Ковалева Н.А.</i> Методика разработки конфигурации цифрового двойника предприятия при обучении студентов направления «Прикладная Информатика».....	62
<i>Козлов В.Д.</i> Алгоритмы, инструменты формирования и визуализации векторных и скалярных цифровых полей на примере моделирования волн цунами	67
<i>Корчажкина О.М.</i> Непрерывное обучение дискретной математике	72
<i>Куулар Д.О., Пак Н.И.</i> Требования к билингвальному обучению студентов физико- математических и ИТ направлений тувинского государственного университета Республики Тыва.	78
<i>Лозицкий В.Л.</i> Этапность преемственного развития информационно- образовательной среды общего среднего и высшего образования в Республике Беларусь.....	82
<i>Ломаско П.С.</i> Возможности интерактивных дидактических средств для обеспечения вариативности и технологичности образовательного процесса	88
<i>Малофеев В.А.</i> Создание VR сцен, как способ обучения студентов педагогического колледжа визуальному программированию	94
<i>Маркелова О.В.</i> Визуальные инструменты для умов: как блок-схемы развивают алгоритмическое мышление.....	97

<i>Мнацаканян В.В.</i> Опыт использования лаборатории виртуальной реальности в обучении студентов и преподавателей.....	102
<i>Мялицына И.Д.</i> Влияние несодержательных факторов на результативность использования электронных ресурсов в обучении информатике.	107
<i>Прохоров Д.И.</i> Элементы дидактической системы повышения квалификации и активизации самообразовательной деятельности учителей математики	111
<i>Романко П.Ф., Фурсанов С.А., Нестеренков С.Н.</i> Переосмысление содержания и методик обучения в условиях цифровизации.....	116
<i>Сафонцева Н.Ю.</i> Применение интерактивных цифровых технологий в физическом практикуме	120
<i>Тимофеева К.Е.</i> Коллективный способ обучения информатике студентов СПО с применением полиметодического приема	125
<i>Цыпленкова Е.А.</i> Вопросные викторины как средство обучения и диагностики знаний обучающихся (на примере темы «Логика»)	134

РАЗДЕЛ VI. ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ 139

<i>Азаров Н.А., Голубева Л.Л.</i> Тестирование платформ искусственного интеллекта для изучения дисциплины «Дифференциальные Уравнения»	139
<i>Афанасенко Г.С.</i> Нейробайесовские методы.....	145
<i>Bo Yo, Pang Tai</i> The l ₃ -cubic regularization method.....	151
<i>Бондаренко Р.А.</i> О подходах к развитию личностных качеств обучающихся в условиях использования технологии искусственного интеллекта в основной школе	158
<i>Боровский И. Е.</i> Wavelet neural networks	162
<i>Гольшикова М.С.</i> Использование микрокурсов в преподавании математического анализа студентам педагогического университета	167
<i>Гоч П.С., Королюк М.В.</i> Использование методов машинного обучения в анализе климатических данных	172
<i>Гумерова Е.И., Вайнштейн Ю.В.</i> Профильное обучение математике как фактор подготовки старшеклассников к продолжению образования в техническом вузе....	175
<i>Дмитриев М.А.</i> О проблеме реализации математических методов приближенного решения дифференциальных уравнений в программных средах.....	180
<i>Елисеев А.В., Рябикова Д.Л.</i> Цифровая трансформация административной деятельности в образовательной организации под влиянием технологии искусственного интеллекта	185
<i>Жаворонок Е.С.</i> Разработка библиотеки для обеспечения отказоустойчивости распределенных систем с использованием языка программирования PYTHON	190
<i>Жемойтяк Н.П., Лаврова О.А.</i> Сегментация и классификация биологических клеток методами машинного обучения.....	193
<i>Захаренко А.Д.</i> Шаблон проектирования веб-приложений Shared Model	198
<i>Захарова Т.А.</i> Механизмы и условия развития инженерного мышления в образовательной среде	202
<i>Исаева Е.Ю.</i> Обучение алгоритмизации учащихся начальных классов с аутизмом: результаты эксперимента	206

<i>Каптуров А.В., Колб О.О, Гутлыев Д.А.</i> Применение моделей семейства YOLO для детекции малых объектов	211
<i>Ковалев П.О.</i> Анализ проблем внедрения децентрализованной идентификация личности на основе технологии блокчейна	216
<i>Ковальчук С.В., Кушнер Д.А.</i> Создание мнемокарт при обучении инженеров-программистов	221
<i>Колос К.М.</i> Интеграция интерактивной визуализации данных в процесс обучения программированию на языке PYTHON в основной школе	226
<i>Кохнович Р.О.</i> Разработка мобильного приложения с использованием фреймворка Flutter	231
<i>Павловский Н. С., Живоглов Н.А.</i> О теоретико-прикладных аспектах применения IoT технологий.....	234
<i>Плюсюк Г.С., Лаврова О.А.</i> Алгоритм расчета производной по нормали для скалярного поля на поверхности, заданной триангуляцией	237
<i>Левченко И.В., Меренкова П.А.</i> Варианты обучения системам искусственного интеллекта в рамках курса информатики основной школы.....	242
<i>Логвиненко А.А.</i> Об актуальности развития платформ для автоматизации взаимодействия с видеоконференц-системами в условиях современного рынка труда	247
<i>Малыхин Г.С.</i> Об оценке энтропии для временных рядов	251
<i>Охотницкий Н.Н.</i> Справедливый дележ в кооперативных играх.....	257
<i>Черепенников Р.М.</i> Using synthetic data for face attributes recognition	260
<i>Яблонская А.А., Малевич А.Э.</i> Генерация изображений одежды при помощи модели Kandinsky	266

РАЗДЕЛ V

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО И ИТ- ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

УДК 37

ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ГЕНЕРАТИВНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ДОПОЛНИТЕЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Т. А. Бердикин

*Государственное автономное образовательное учреждение высшего образования го-
рода Москвы «Московский городской педагогический университет», г. Москва,
Российская Федерация, timofey.1234@mail.ru*

Статья посвящена применению сервисов искусственного интеллекта для генера-
ции музыки в дополнительном образовании и театральных постановках. Рассмотрены
практические примеры использования таких технологий для создания оригинального
музыкального сопровождения.

Ключевые слова: искусственный интеллект; дополнительное образование; теат-
ральное искусство; авторские права; образовательные технологии; творческая дея-
тельность.

APPLICATION OF GENERATIVE AI TOOLS IN ADDITIONAL EDUCATION

T. A. Berdikin

Moscow City Pedagogical University, Russia, Moscow, timofey.1234@mail.ru

The article explores the use of artificial intelligence services for music generation in
supplementary education and theatrical productions. Practical examples of applying such
technologies to create original musical accompaniment are discussed.

Keywords: artificial intelligence; supplementary education; theater arts; copyright;
educational technologies; creative activities.

Введение

Актуальность применения технологий искусственного интеллекта в
сфере образования и определяется стремительным развитием цифровых
инструментов, которые открывают новые возможности для творчества и

обучения. Одной из перспективных областей является использование генеративных ИИ-сервисов для создания оригинального музыкального сопровождения образовательных мероприятий и театральных постановок. Очевидны преимущества таких технологий — доступность, скорость и гибкость создания контента.

Теоретические основы

Преподавание информатики активно ищет новые формы, и генеративная музыка на основе технологий искусственного интеллекта становится полезным инструментом в этом вопросе. Для чего это нужно? Небольшие театральные труппы и независимые проекты, ограниченные в бюджете, могут использовать такие технологии для создания оригинальной фоновой музыки к спектаклям. Вместо дорогостоящего заказа саундтрека или оплаты лицензий на известные мелодии режиссёр получает возможность сгенерировать трек нужной атмосферы и стиля буквально за считанные минуты. Например, если сцене требуется напряжённый электронный эмбиент или, наоборот, лёгкая джазовая тема для комедийного эпизода, алгоритм способен сгенерировать музыкальный фрагмент по краткому описанию настроения и жанра. При необходимости можно оперативно внести правки — изменить темп, длительность или добавить вокальные партии — просто отредактировав запрос и получив новую версию композиции. В перспективе подобные технологии могут использоваться и непосредственно на театральной сцене — например, для интерактивного музыкального сопровождения импровизаций или адаптации звучания в ответ на реакцию зала.

В сфере дополнительного образования в области информатики — кружках или внеклассных занятиях — музыка, созданная при помощи сервисов искусственного интеллекта, открывает новые горизонты для творчества учащихся. Ранее создание оригинальной музыки требовало длительного обучения или сотрудничества с музыкантами, тогда как теперь ученики могут сочинять музыку, просто описывая задумку словами. Педагоги отмечают, что такие инструменты стимулируют инновационные методики обучения [1] и демократизируют творчество: даже не обладая навыками игры на инструментах или знаниями теории композиции, учащийся способен реализовать свой замысел в звуке. К примеру, на занятиях по театральному мастерству подростки могут самостоятельно создать музыкальное оформление для своих сценических зарисовок с помощью Suno AI или аналогичного сервиса. Это превращает учебный процесс в более интерактивный и мотивирующий — дети экспериментируют с разными

стилями, сравнивают полученные треки, учатся формулировать требования к музыке.

Кроме того, генерация музыки с помощью сервисов искусственного интеллекта снижает порог вхождения. Даже не имея доступа к дорогому оборудованию или студии, школьный театр или кружок звукорежиссуры может получить высококачественный аудиоматериал для своих проектов. Учащиеся могут сосредоточиться на творческой составляющей – идее, эмоции, которую они хотят передать, – а техническую реализацию доверить алгоритму.

Использование технологий искусственного интеллекта в дополнительном образовании касательно информатики в школах требует разработки особого подхода и методики обучения, учитывающей специфику работы с новыми технологиями [2]. Для успешной интеграции генеративных сервисов в учебный процесс педагоги должны не только овладеть техническими навыками работы с программами, но и глубоко понимать методологические и этические аспекты такого использования.

Одной из первостепенных задач педагога в такой ситуации становится обучение учащихся навыкам формулирования творческого запроса. Вместо традиционного сочинения музыки или обращения к сочинениям известных композиторов, учащиеся должны уметь чётко описывать желаемую атмосферу, стиль, настроение, используемые инструменты и другие детали музыкальной композиции. Это развивает у учащихся способность к абстрактному мышлению и художественному анализу, а также формирует навыки коммуникативной компетенции в цифровой среде.

Важным аспектом также является формирование у учащихся представлений о юридических и этических нюансах, связанных со сгенерированными музыкальными композициями. Педагогам следует обсуждать с учениками вопросы авторства, интеллектуальной собственности и культурного контекста произведений. Подобные дискуссии помогут учащимся критически подходить к результатам работы с генеративными нейросетями, развивать уважительное отношение к чужому творчеству и понимать границы применения таких технологий [3].

Также использование сервисов искусственного интеллекта позволяет сделать образовательный процесс более инклюзивным и доступным. Учащиеся, не владеющие навыками игры на инструментах или нотной грамотой, не имеющие музыкального слуха, а также с ограниченными возможностями здоровья получают возможность создавать полноценные музыкальные композиции для спектаклей или других творческих проектов. Таким образом, педагоги могут вовлечь в образовательный процесс широкий

круг учащихся, демонстрируя им, что творчество доступно каждому, а современные технологии — это инструмент, расширяющий, а не ограничивающий их творческий потенциал.

Заключение

Использование инструментов генеративного искусственного интеллекта открывает перед сферой дополнительного образования широкие перспективы для развития творческих навыков учащихся [4]. Благодаря современным технологиям создание оригинального музыкального сопровождения становится доступным даже тем участникам образовательного процесса, которые не имеют специальных музыкальных знаний и профессиональных навыков. Однако реализация такого потенциала требует от педагогов детальной проработки методических подходов: особое значение приобретают обучение учащихся навыкам корректной формулировки творческих задач, понимание юридических аспектов авторства и осознание этических дилемм, связанных с интеллектуальной собственностью. Таким образом, успешная интеграция технологий искусственного интеллекта в образовательные программы невозможна без разработки соответствующих методических рекомендаций и глубокого осмысления роли педагога как проводника и наставника в освоении новых технологий.

Библиографические ссылки

1. Пырнова О. А., Зарипова Р. С. Технологии искусственного интеллекта в образовании // Russian Journal of Education and Psychology. 2019. №3.
2. Кононова Т.М. Модернизационные процессы в сфере образования: интернет-технологии и их роль / Т.М.Кононова // Вестник ТГАКИиСТ. Тюмень, 2014. № 2. С. 218-221.
3. Молдовский Т. Ю., Коротеев М. В. Прогноз влияния массовых генеративных сервисов на снижение уникальности контента // Hi-Hume Journal. 2024. Т. 4. С. 35.
4. Садыкова А. Р., Левченко И. В. Искусственный интеллект как компонент инновационного содержания общего образования: анализ мирового опыта и отечественные перспективы // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2020. Т. 17. №. 3. С. 201-209.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ НАПИСАНИЯ JAVA ПРОГРАММ

И. Н. Блинов, В. С. Романчик

*Белорусский государственный университет, Республика Беларусь, Минск
blinov@gmail.com, romanchik@bsu.by*

Доклад посвящен использованию генеративного искусственного интеллекта (GenAI) в процессе разработки Java-программ. Рассматриваются ключевые методы и инструменты, которые помогают разработчикам ускорить написание кода, автоматизировать тестирование, улучшить качество кода и упростить поддержку приложений. Особое внимание уделяется таким инструментам, как GitHub Copilot, OpenAI Codex и Amazon CodeGuru, которые позволяют эффективно интегрировать GenAI в рабочий процесс. Подчеркивается важность проверки качества сгенерированного кода и описываются подходы к автоматизированному тестированию, статическому анализу и код-ревью. Заключение акцентирует внимание на том, что, несмотря на полезность GenAI, тщательная проверка и тестирование остаются необходимыми для обеспечения надежности и безопасности программного обеспечения.

Ключевые слова: искусственный интеллект; автодополнение кода; генерация кода; автоматизация тестирования; анализ кода; рефакторинг; код-ревью; качество кода; статический анализ.

USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR WRITING JAVA PROGRAMS

I. N. Blinou, V. S. Romanchik

*Belarusian State University, Republic of Belarus, Minsk
blinov@gmail.com, romanchik@bsu.by*

This article is dedicated to the use of generative artificial intelligence (GenAI) in the process of developing Java programs. It discusses key methods and tools that help developers accelerate code writing, automate testing, improve code quality, and simplify application maintenance. Special attention is given to tools such as GitHub Copilot, OpenAI Codex, and Amazon CodeGuru, which enable effective integration of GenAI into the workflow. The article emphasizes the importance of verifying the quality of generated code and describes approaches to automated testing, static analysis, and code review. The conclusion highlights that, despite the usefulness of GenAI, thorough verification and testing remain essential to ensure the reliability and security of software.

Keywords: Artificial Intelligence; Code Autocompletion; Code Generation; Test Automation; Code Analysis; Refactoring; Code Review; Code Quality; Static Analysis.

Введение

Интеграция GenAI в процесс разработки Java-программ может существенно ускорить и улучшить процесс написания кода, его тестирования и поддержку. Разработчики могут сосредоточиться на более сложных и креативных аспектах моделирования и программирования, в то время как GenAI берет на себя рутинные задачи. Совершенствование технологий GenAI открывает новые возможности для улучшения качества программного обеспечения и повышения продуктивности разработки.

Теоретическая часть

Вот несколько ключевых методов и инструментов, которые можно использовать для интеграции GenAI в процесс разработки на Java.

1. Автодополнение кода и подсказки по коду - помогают разработчикам быстрее писать код и избегать ошибок.

- GitHub Copilot: Это инструмент, работающий на основе OpenAI Codex, который может предлагать фрагменты кода и целые функции на основе контекста и описаний. Просто напишите комментарий о том, что вы хотите сделать, и Copilot предложит возможные реализации.

- TabNine: Автодополнитель, который использует GenAI для прогноза следующего слова или строки кода.

2. Генерация кода на основе естественного языка

Некоторые инструменты позволяют генерировать код на Java из текстовых описаний, делая разработку более интуитивной.

- OpenAI Codex: Этот GenAI позволяет разработчикам вводить запросы на естественном языке, а затем преобразует их в код. Например, вы можете написать "создать класс для управления пользователями" и получить соответствующий Java-код шаблона класса.

3. Автоматизация тестирования

GenAI может значительно упростить процесс тестирования, автоматизируя создание тестов и поиск ошибок.

- AI в автоматизированном тестировании: Инструменты, такие как Selenium, могут комбинироваться с GenAI для создания тестов. Кроме того, GenAI может помочь в анализе результатов тестирования для улучшения качества приложения.

4. Анализ кода и улучшение качества

Использование GenAI для статического анализа кода позволяет выявлять потенциальные проблемы и улучшать качество кода.

- SonarQube: Этот инструмент может анализировать Java-код и предоставлять рекомендации по его улучшению. Интеграция с GenAI поможет в выявлении сложных или неэффективных участков кода.

5. Поддержка в рефакторинге

Использование GenAI для рефакторинга кода может помочь разработчикам делать его более читабельным и оптимизированным.

- AI-Powered Refactoring Tools: Инструменты, которые анализируют код и предлагают законные способы его упрощения или улучшения структурирования.

6. Код-ревью с использованием GenAI

GenAI может помочь в процессе проверки кода, выявляя возможные проблемы и предлагая улучшения.

- ReviewBot: Инструменты, использующие GenAI, могут анализировать изменения в коде при рецензии Pull Request и предоставлять обратную связь о потенциальных ошибках и улучшениях.

7. Обучение и поддержка разработчиков

GenAI может быть использован как обучающий инструмент, предлагая советы и рекомендации разработчикам по их коду или лучшим практикам.

- Amazon CodeGuru: это средство анализирует код и предоставляет рекомендации по улучшению производительности и безопасности.

8. Интеграция с системами управления проектами

GenAI может помочь анализировать задачи, делегировать их командам и предлагать пути их оптимального выполнения. Имеющиеся инструменты предлагают оптимизацию рабочего процесса с помощью анализа данных о производительности команды.

Рассмотрим подробнее инструмент Amazon CodeGuru, разработанный в Amazon Web Services (AWS), который использует машинное обучение и искусственный интеллект. Преимущества использования Amazon CodeGuru – это экономия времени, повышение качества кода, улучшение безопасности.

Основные функции Amazon CodeGuru

1. Интеллектуальное рецензирование кода:

Сервис CodeGuru Profiler анализирует репозиторий исходного кода на GitHub или AWS CodeCommit и предоставляет рекомендации по улучшению кода. Он выявляет антипаттерны, комментарии к методам, потенциальные ошибки и проблемы с производительностью.

2. Оптимизация производительности:

- CodeGuru может выявлять участки кода, которые могут негативно влиять на производительность приложения, и предлагает пути для их оптимизации, например, изменение алгоритмов или использование более

эффективных структур данных. CodeGuru может предлагать изменения, такие как удаления избыточного кода или изменения в дизайне.

3. Анализ безопасности:

- Сервис CodeGuru Reviewer помогает обнаруживать уязвимости и потенциальные бреши в безопасности.

Как использовать Amazon CodeGuru

Шаг 1: Настройка CodeGuru

- В консоли управления AWS Console перейдите в Amazon CodeGuru. Создайте проект, выбрав репозиторий кода (GitHub или AWS CodeCommit).

Шаг 2: Анализ кода

1. Запуск анализа: выберите ветку, которую вы хотите проанализировать. CodeGuru начнет проверку кода, чтобы выявить потенциальные проблемы.

2. После завершения анализа вы получите отчеты с рекомендациями, включающие описание проблемы и предложение по исправлению.

3. Внедрение улучшений:

- CodeGuru предоставляет примеры исправлений, которые могут облегчить процесс.

Шаг 3: Автоматизация рецензирования кода

Возможно интегрировать CodeGuru с CI/CD-pipeline (например, используя AWS CodePipeline). Это позволит автоматически запускать анализ кода при каждом commit и получать регулярные отчеты о качестве кода.

Использование инструментов GenAI может значительно облегчить процесс разработки в команде, где несколько разработчиков работают над одним проектом. Однако сгенерированный код нуждается в проверке на ошибки, неоптимальные решения или уязвимости. Поэтому важно интегрировать процессы проверки качества в рабочий процесс разработки. Перечислим несколько подходов в этом:

Автоматизированное тестирование: Использование фреймворков для тестирования, таких как JUnit или TestNG, позволяет создавать тесты, которые будут автоматически выполняться при каждом изменении кода.

Статический анализ кода: Инструменты статического анализа, такие как SonarQube или Checkstyle, могут помочь выявлять потенциальные проблемы, такие как несоответствие код-стилю, дублирование кода или сложные для понимания участки. Интеграция таких инструментов в процесс CI/CD позволяет автоматически проверять качество кода при каждом коммите.

Код-ревью: Ручная проверка кода другими разработчиками остается важным аспектом обеспечения качества. Использование GenAI в процессе

код-ревью может помочь в автоматизации выявления проблем, что делает этот процесс более эффективным.

Обратная связь от пользователей: GenAI может помочь в анализе обратной связи от пользователей и предложить улучшения на основе собранных данных.

Заключение

Интеграция инструментов GenAI в процесс разработки Java-программ открывает новые горизонты для повышения продуктивности и качества кода. При этом важно помнить, что сгенерированный код не является конечным продуктом; он требует тщательной проверки и тестирования. Внедрение различных методов контроля качества позволит не только создавать более надежные и безопасные приложения, но и обеспечит более высокий уровень доверия к автоматизированным системам разработки. Команды, которые адаптируют эти практики, смогут не только сократить время на разработку, но и значительно повысить качество своих продуктов. В заключении в докладе приводятся простые примеры разработки Java – приложений.

МАЛЫЕ ЯЗЫКОВЫЕ МОДЕЛИ КАК ИНСТРУМЕНТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБУЧЕНИЯ SQL В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ИТ-ОБРАЗОВАНИИ

Т. М. Босенко

*Московский городской педагогический университет, Россия, Москва,
bosenkotm@mgpu.ru*

Рассматривается применение малых языковых моделей (SLM) для цифровой трансформации обучения SQL в профессиональном ИТ-образовании. На основе архитектуры CodeS разработана и внедрена модель SQL_DS_100M, оптимизированная для образовательных задач. Результаты внедрения показали сокращение времени выполнения заданий на 40%, повышение качества кода на 25% и улучшение усвоения материала на 35%. Качественные показатели демонстрируют рост практических навыков на 47% и увеличение скорости освоения SQL на 49%.

Ключевые слова: малые языковые модели; оптимизация; SQL-запросы; цифровая трансформация образования; ИТ-образование.

SMALL LANGUAGE MODELS AS A TOOL FOR DIGITAL TRANSFORMATION OF SQL TEACHING IN PROFESSIONAL IT EDUCATION

T. M. Bosenko

*Moscow City Pedagogical University, Russia, Moscow,
bosenkotm@mgpu.ru*

The article considers the use of small language models (SLM) for digital transformation of SQL training in professional IT education. Based on the CodeS architecture, the SQL_DS_100M model optimized for educational tasks was developed and implemented. The implementation results showed a 40% reduction in task completion time, a 25% increase in code quality, and a 35% improvement in material acquisition. Qualitative indicators demonstrate a 47% increase in practical skills and a 49% increase in the speed of SQL acquisition.

Keywords: small language models; optimization; SQL queries; digital transformation of education; IT education.

Введение

С каждым годом возникает потребность в эффективных и оптимизированных инструментах для обучения работе с базами данных. В этом контексте малые языковые модели (SLM) становятся важным элементом цифровой трансформации образования. Обучение SQL является неотъемлемой частью профессионального IT-образования, и успешное освоение этого языка требует не только знания синтаксиса, но и умения эффективно работать с базами данных. Малые языковые модели, такие как SQL_DS_100M, основанных на архитектуре CodeS [1], обладают рядом преимуществ перед большими языковыми моделями, такими как GPT-4, благодаря меньшим вычислительным требованиям и возможностям адаптации под специфические задачи, что делает их идеальными для образовательных учреждений с ограниченными вычислительными ресурсами [2, 3]. Ключевые проблемы включают:

- Растущую сложность баз данных и SQL-запросов.
- Необходимость быстрой адаптации к новым технологиям.
- Требование практико-ориентированного подхода.

Статистика показывает рост применения языковых моделей в образовании, что подчеркивает актуальность внедрения AI-технологий в образовательный процесс. Традиционные методы обучения сталкиваются с ограничениями:

- Длительный цикл проверки заданий.
- Ограниченное количество практических примеров.
- Сложность индивидуализации обучения.

Как показано в таблице, малые языковые модели имеют ряд преимуществ перед большими моделями для образовательных задач.

Сравнение малых и больших языковых моделей для обучения SQL

Характеристика	Малая языковая Модель (SLM)	Большая языковая модель (LLM)
Требования к ресурсам	Низкие	Высокие
Скорость обучения	Быстрая	Медленная
Точность	Адаптирована под SQL	Универсальная
Эффективность	Оптимизирована	Ресурсоемкая
Примеры моделей	SQL_DS_100M	GPT-4, BART-large

Рассмотрев преимущества малых языковых моделей, перейдем к детальному анализу архитектуры разработанного решения.

Архитектура малой языковой модели

На рис. 1 представлена архитектура разработанной модели SLM SQL_DS_100M, которая включает четыре основных этапа обработки.

Входной этап:

- Прием текстового запроса (Prompt + Q).
- Базовая обработка текста.

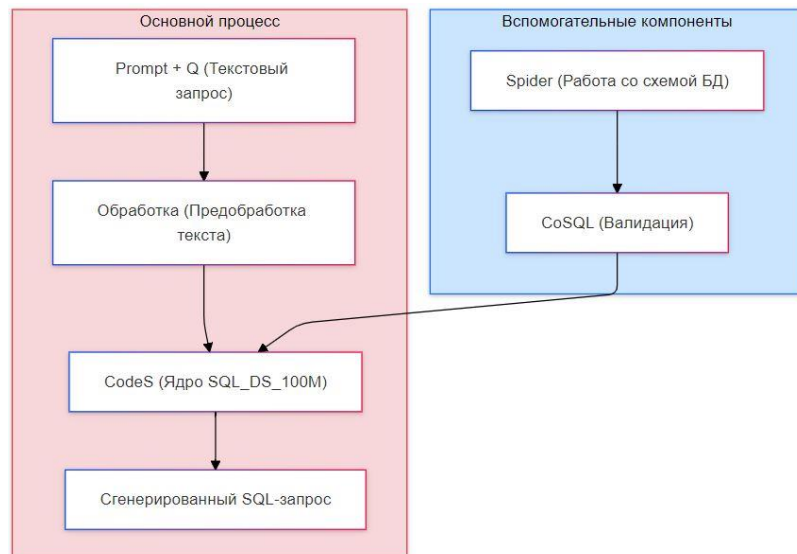


Рис. 1. Архитектура SLM SQL_DS_100M. Процесс формирования SQL-запроса

Основная обработка:

- CodeS как основное ядро модели.
- Конвертация в SQL-синтаксис.

Вспомогательные процессы:

- Spider для анализа структуры БД.
- CoSQL для проверки корректности.

На основе представленной архитектуры было разработано практическое решение, результаты внедрения которого демонстрируют эффективность предложенного подхода.

Разработанное решение и результаты

Модель SQL_DS_60M_ft, основанная на архитектуре CodeS, демонстрирует успешную реализацию малой языковой модели для обучения SQL. Внедрение методов квантования и прунинга позволило оптимизировать вычислительные ресурсы, обеспечивая эффективное обучение студентов на стандартном оборудовании. Практическое применение модели в учебных лабораториях показало существенное улучшение ключевых показателей образовательного процесса.

Как показано на рис. 2, внедрение SLM привело к значительному улучшению образовательных результатов по трем ключевым метрикам. Время выполнения учебных заданий сократилось на 40% (с базового

уровня 100% до 60%), что свидетельствует о повышении эффективности обучения.



Рис. 2. Образовательные результаты усвоения материалов при использовании SLM

Качество написанного кода возросло на 25% (со 100% до 125%), что свидетельствует об улучшении практических навыков студентов. Наиболее существенный прогресс наблюдается в показателе усвоения материала, который увеличился на 35% (со 100% до 135%), что подтверждает эффективность применяемой методики.



Рис. 3. Качественные показатели использования интеллектуальных систем

Качественные показатели использования интеллектуальных систем, отраженные на рис. 3, демонстрируют комплексное улучшение образовательного процесса по четырем ключевым параметрам:

- Интерес к предмету вырос на 31% (с 65% до 85%), что свидетельствует о повышении вовлеченности студентов в образовательный процесс

– Практические навыки показали наибольший прирост в 47% (с 60% до 88%), подтверждая эффективность практико-ориентированного подхода.

– Понимание материала улучшилось на 29% (с 70% до 90%), что говорит о качественном усвоении теоретических концепций.

– Самостоятельность студентов возросла на 49% (с 55% до 82%), демонстрируя развитие навыков автономного обучения.

Данные результаты подтверждают эффективность внедрения малой языковой модели в образовательный процесс и показывают значительное улучшение как количественных, так и качественных показателей обучения SQL. Полученные результаты позволяют сделать комплексную оценку эффективности разработанного решения.

Заключение

Проведенное исследование подтвердило эффективность применения малых языковых моделей в обучении SQL. Внедрение модели SLM SQL_DS_100M показало существенные улучшения образовательного процесса: сократилось время выполнения заданий, повысилось качество кода и уровень усвоения материала, возросла самостоятельность студентов. Оптимизированная архитектура модели обеспечивает эффективную работу на стандартном оборудовании, что делает решение доступным для широкого внедрения в образовательных учреждениях.

Полученные результаты создают основу для дальнейшего развития методов цифровой трансформации профессионального IT-образования.

Библиографические ссылки

1. *Gao D.* Text-to-sql empowered by large language models: A benchmark evaluation // arXiv preprint. 2023. Vol. 17, № 5. P. 1132-1145.
2. *Босенко Т. М.* Анализ микросервисной архитектуры в среде e-learning с многовариантным доступом к учебным материалам / Международный научно-исследовательский журнал. 2024. № 10(148).
3. *Wang X.* Optimizing small language models for educational systems / International Journal of AI in Education. 2024. Vol. 12, № 1. P. 101-118.
4. *Johnson P.* Adapting AI models for database query generation: Challenges and solutions / Computers in Education. 2022. Vol. 78, № 4. P. 102-115.
5. *Lee R.* Transformers for Education: Exploring the Role of AI in Teaching SQL / Journal of AI in Education. 2023. Vol. 28, № 2. P. 58-72.

SWOT-АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Г. М. Булдык¹⁾, Е. А. Козак²⁾

¹⁾Белорусская государственная академия связи, г. Минск, Республика Беларусь,
bugemi@mail.ru

²⁾Белорусская государственная академия связи, г. Минск, Республика Беларусь,
k.kozakmail@gmail.com

В статье представлен SWOT-анализ образовательных технологий виртуальной и дополненной реальности (ВиДР) в образовательном пространстве. Проанализированы сильные и слабые стороны, возможности и угрозы, с которыми сталкиваются образовательные технологии ВиДР. Показано, что для их эффективного внедрения в образовательное пространство требуется комплексный подход, учитывающий все факторы, выявленные в ходе SWOT-анализа.

Ключевые слова: виртуальная и дополненная реальность; образовательные технологии; SWOT-анализ; цифровизация образования; иммерсивное обучение.

SWOT ANALYSIS OF VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL SPACE

G. M. Buldyk¹⁾, K. A. Kazak²⁾

¹⁾Belarusian State Academy of Telecommunications, Minsk, Republic of Belarus,
bugemi@mail.ru

²⁾Belarusian State Academy of Telecommunications, Minsk, Republic of Belarus,
k.kozakmail@gmail.com

The article presents a SWOT analysis of educational technologies of virtual and augmented reality (VRAR) in the educational space. The strengths and weaknesses, opportunities and threats faced by educational technologies of VRAR are analyzed. It is shown that their effective implementation in the educational space requires a comprehensive approach that takes into account all the factors identified during the SWOT analysis.

Keywords: virtual and augmented reality; educational technologies; SWOT analysis; digitalization of education; immersive learning.

Введение

Привлекательность образовательных технологий состоит в том, что их применение улучшает результаты обучения. Одними из перспективных являются образовательные технологии виртуальной и дополненной реальности (ВиДР). Эти быстро развивающиеся технологии способствуют формированию критического мышления, медиакомпетентности и самостоятельной работы студентов. Их применение улучшает логические способности, запоминание информации, продуктивность и вовлеченность без потери качества. Кроме традиционных видов занятий (лекционно-практических или лекционно-лабораторных), в рассматриваемых технологиях можно разрабатывать и другие организационные формы, которые позволяют исследовать сложные концепции, взаимодействовать с интерактивными объектами и моделировать процессы. Адаптивная обратная связь помогает студентам оценивать себя в реальном времени, а персонализированный подход усиливает педагогический эффект технологий ВиДР [1].

Однако, как и любые технологические инновации, они имеют свой набор сильных и слабых сторон, возможностей и угроз (SWOT). В этой статье мы проведем SWOT-анализ, чтобы оценить влияние технологий VR и AR на образовательный процесс.

Основная часть

Основная задача SWOT-анализа – дать структурированное описание ситуации, относительно которой нужно принять какое-либо решение. Анализируя сильные и слабые стороны, возможности и угрозы (SWOT) образовательных технологий ВиДР, сможем лучше понять, как эффективнее использовать их потенциал и как преодолеть проблемы и ограничения [2].

Вначале рассмотрим преимущества образовательных технологий ВиДР, определив их **сильные стороны (strengths)**:

Равнодоступная доступность. Поскольку образовательные технологии ВиДР используют цифровые платформы обучения (цифровую образовательную среду), то каждый обучающийся имеет равные возможности использования образовательного контента, что также является актуальным для обучения людей с ограниченными возможностями.

Коммуникативность. Технологии ВиДР активизируют общение и сотрудничество между всеми участниками образовательного процесса, даже в удаленной или виртуальной среде, способствуют командной работе, общению и культурной компетентности. Так же преподаватель мо-

жет использовать возможности ВиДР для предоставления мгновенной обратной связи во время онлайн-занятий, например, для аннотирования работ студентов или демонстрации правильных решений.

Качество обучения. Используя моделирование ВиДР, создается реалистичная и интерактивная среда онлайн-обучения, которая повышает качество условий образования, учебно-воспитательного процесса и результата, следовательно, качество уровня знаний, умений, навыков и опыта деятельности обучающихся. Иммерсивная среда ВиДР обеспечивает практическую направленность обучения, что способствует более глубокому пониманию предмета [3].

Перспективы использования технологий ВиДР в образовании выглядят весьма привлекательно, однако на пути их внедрения стоит ряд сложных задач. Перечислим **слабые стороны (weaknesses)**:

Технические ограничения. Одна из основных проблем внедрения технологий ВиДР в образовательный процесс – это технические ограничения, с которыми сталкиваются учебные заведения. Недостаточная оснащённость образовательных учреждений современным оборудованием, отсутствие высокоскоростного интернета и квалифицированных технических специалистов, которые необходимы для настройки, устранения неполадок и обслуживания.

Недостаток качественного контента. Создание качественного образовательного контента для ВиДР требует времени и ресурсов. Учебный материал может быть доступен для одних дисциплин и уровней обучения, но отсутствовать для других. Не весь контент разработан с учетом педагогических принципов и целей обучения. Некоторые материалы могут быть зрелищными, но не способствовать их глубокому пониманию.

Проблемы с мотивацией студентов. Несмотря на многочисленные преимущества технологии ВиДР, не все студенты готовы к самостоятельному обучению. Онлайн-форматы могут требовать большей самоорганизации и мотивации, чем традиционные учебные процессы, и это иногда становится проблемой для студентов, не привыкших к такому подходу. Поэтому смешанное обучение имеет большее преимущество, чем просто онлайн-обучение.

Дороговизна. Внедрение технологий ВиДР в образовательный процесс требует значительных инвестиций в оборудование, программное обеспечение и инфраструктуру. Высокие затраты, связанные с устройствами, разработкой контента и обслуживанием, могут создать финансовые барьеры для учреждений образования.

Современная тенденция цифровизации образования с помощью внедрения технологий ВиДР способствует появлению новых **возможностей (opportunities)**:

Индивидуальное обучение. Индивидуальная траектория обучения, помогающая адаптации процесса обучения к потребностям, предпочтениям и целям отдельного студента, повышает заинтересованность потенциальных обучающихся, их мотивацию.

Нетрадиционное обучение. Применение игровых элементов, а также цифровых симуляций реальных жизненных ситуаций, повышает вовлеченность и удовлетворение студентов, что способствует успешному обучению [4].

Гибкость обучения. Образовательные технологии ВиДР позволяют создавать небольшие и целенаправленные учебные контенты, к которым можно получить доступ в любое время, в любом месте и на любом устройстве, что создает гибкий график обучения.

Развитие технократического мышления. Технологии ВиДР активно и широко используют образовательные платформы, на которых размещен учебный контент. Поиск и обработка учебной информации вырабатывает навыки коммуникации и визуализации, способствующей развитию технократического мышления.

Несмотря на то, что образовательные технологии ВиДР имеют достаточно возможностей и сильных сторон, они сталкиваются с некоторыми серьезными проблемами, которые могут препятствовать их применению. Проанализируем характерные **угрозы (threats)** [5]:

Кибербезопасность и утечка данных. Поскольку технологии ВиДР используют цифровые пространства, они становятся уязвимыми для угроз кибербезопасности и утечки данных. Это может нарушить конфиденциальность данных обучающихся и результатов их обучения.

Технологическое устаревание оборудования. Быстрый темп технологического прогресса может привести к устареванию аппаратного и программного обеспечения ВиДР, что сделает их несовместимыми друг с другом.

Отсутствие стандартизации. На данный момент нет общепринятых и обязательных норм, правил и требований, регулирующих разработку, использование и совместимость технологий ВиДР. Это создает ряд проблем и препятствий для их широкого и эффективного внедрения в образовательный процесс: несовместимость оборудования и программного обеспечения, разнообразие форматов контента, проблемы с интероперабельностью, сложности с оценкой качества образовательного контента и другие.

Сопротивление переменам и инновациям. Преподаватели или обучающиеся, у которых отсутствует соответствующая подготовка, могут предпочитать традиционные методы преподавания и обучения, воспринимая образовательные технологии ВиДР как угрозу своей идентичности.

Заключение

Таким образом, критерии SWOT-анализа выявили возможности использования ВиДР в образовательном пространстве, подчеркнув их положительные факторы, такие как равная доступность, гибкость, коммуникативность, высокое качество обучения и возможность поэтапного формирования образовательных результатов. Из SWOT-анализа также следует, что использование образовательных информационных технологий ВиДР позволяет развивать индивидуальные траектории обучения, адаптацию личностных особенностей студентов к специфике изучаемых дисциплин.

Тем не менее, угрозы, такие как кибербезопасность, технологическое устаревание, отсутствие стандартизации и сопротивление переменам, могут замедлить или даже остановить внедрение этих технологий. В целом, ВиДР обладают огромным потенциалом для трансформации образования, но их успешное внедрение требует комплексного подхода и учета всех факторов, выявленных в ходе SWOT-анализа. Усиление влияния этих технологий на качество уровня знаний, умений, навыков и опыта деятельности обучающихся произойдет, если развивать цифровую образовательную среду кафедры, программное обеспечение, а также выполнять научно-педагогические разработки для проведения индивидуальных занятий и занятий в малых группах. На данный момент образовательные технологии ВиДР могут послужить важной формой поддержки учебного процесса.

Библиографические ссылки

1. *Иванова А.В.* Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения / Стратегические решения и риск-менеджмент. 2018. № 3. С. 88-107.
2. *Кириянов А.Е.* Технологии дополненной реальности в сфере образования / Инновации. 2020. № 5. С. 81–88.
3. *Козак Е.А.* Педагогические условия применения виртуальной и дополненной реальности в техническом образовании / Информационные технологии в образовании, науке и производстве: Материалы научно-технической интернет-конференции, Минск, 21-22 ноября 2023 г. / сост. М. Г. Карасёва. Минск: БНТУ, 2023. С. 332-334.
4. *Полевода И.И.* Технологии виртуальной и дополненной реальности в образовательном процессе / Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. 2022. Т. 6, № 1. С. 119 – 142.
5. *Дюlicheва Ю.Ю.* О применении технологии дополненной реальности в процессе обучения математике и физике. Открытое образование. 2020. №3. С. 44.

РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ КОНСТРУКТОРЫ И ВИРТУАЛЬНЫЕ СРЕДЫ КАК ОСНОВА ГИБРИДНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

В. А. Вакалова

Алтайский государственный педагогический университет, г. Барнаул, Россия

Lerchik_vakalova@mail.ru

Данная статья рассматривает значение робототехнических конструкторов и виртуальных сред в контексте создания эффективных образовательных инструментов, а также их роль в формировании новых подходов к обучению, проектированию и исследованию в области робототехники и смежных дисциплин. Также в статье ведется речь о взаимосвязи гибридного обучения и гибридной образовательной среды. Приведены схемы взаимосвязи понятий и вариативных компонентов гибридной образовательной среды. А также рассмотрены актуальные конструкторы и виртуальные среды при реализации гибридной образовательной среды.

Ключевые слова: гибридная образовательная среда; робототехника; гибридное обучение; виртуальные среды; обучение информатике.

ROBOTIC CONSTRUCTORS AND VIRTUAL ENVIRONMENTS AS THE BASIS OF A HYBRID EDUCATIONAL ENVIRONMENT

V. A. Vakalova

Алтайский государственный педагогический университет, г. Барнаул, Россия

Lerchik_vakalova@mail.ru

This article examines the importance of robotics designers and virtual environments in the context of creating effective educational tools, as well as their role in shaping new approaches to teaching, design, and research in the field of robotics and related disciplines. The article also discusses the relationship between hybrid learning and a hybrid educational environment. The diagrams of the interrelation of concepts and variable components of a hybrid educational environment are presented. Actual constructors and virtual environments in the implementation of a hybrid educational environment are also considered.

Keywords: hybrid educational environment; robotics; hybrid learning; virtual environments; computer science education.

Введение

В последние годы наблюдается значительный рост интереса к робототехническим конструкторам и виртуальным средам в образовании, которые прямо способствуют развитию гибридных образовательных и исследовательских платформ.

Существуют два взаимосвязанных понятия: гибридное обучение и гибридная образовательная среда. Хотя эти понятия и связаны, они значительно отличаются друг от друга.

Гибридное обучение – это методика обучения, которая сочетает в себе применение очного и дистанционного формата обучения и ориентирована в основном на то, как именно происходит обучение. Гибридная образовательная среда – это инфраструктура, которая создается для поддержки гибридного обучения. То есть, это именно технические, методические, организационные ресурсы. Сюда входят платформы, сервисы, оборудование, виртуальное и физическое пространство.

Теоретическая часть

Современные технологии стремительно развиваются, и с каждым днем они становятся все более интегрированными в образовательные процессы. Робототехнические конструкторы, представляющие собой наборы, состоящие из различных компонентов для сборки роботов, и виртуальные среды, позволяющие моделировать и тестировать роботов в цифровом формате, могут формировать основу для создания гибридной среды обучения. Эта среда объединяет элементы физического и виртуального мира, что позволяет учащимся углубленно изучать принципы инженерии, программирования и робототехники.

Гибридные среды обучения в настоящее время это одно из инновационных направлений в образовании. С развитием технологий становятся актуальны занятия с роботами, дронами, шлемами виртуальной реальности и т.д. Совершенствовать навыки работы с таким оборудованием и служить площадкой для технического творчества [1] и развития обучающихся помогают педагогические технопарки и кванториумы. В современном образовательном процессе не всегда становится достаточно использовать только традиционные методы. И в этой ситуации помогает использование гибридных сред обучения.

Гибридная образовательная среда прочно закрепилась в научном обороте, но однозначной трактовки до сих пор не получила [2]. Гибридная образовательная среда по своей сути отвечает требованиям развивающегося общества и индивидуальным потребностям обучающихся. В настоящее время, в педагогическом контексте гибридная среда схожа с понятием смешанного обучения, но при этом имеет ряд отличий.

Смешанное обучение предполагает смену деятельности, тогда как гибридная среда нацелена на смешение традиционной и дистанционной формы работы. И очень часто в образовательном процессе появляются си-

туации, когда необходимо использовать не только физические инструменты для обучения, но и виртуальные. Также наиболее актуально использование виртуальных сред для закрепления навыков или тестирования работоспособности того или иного изобретения.

На уроках информатики виртуальные среды становятся неотъемлемой частью уроков, поскольку они помогают изучать программирование, собирать схемы и проверять их работоспособность и т.д. Наиболее популярными конструкторами на уроках информатики и технологии [3] в настоящее время являются конструкторы Lego Mindstorms EV3, Lego Education WeDo 2.0, Lego Education Spike и др. Помимо развития мелкой моторики, сборка роботов направлена на развитие критического мышления, а также на закрепление и умение использовать программирование. Эти инструменты разрабатываются с учетом образовательных целей, что делает их доступными и понятными для широкого круга пользователей, включая школьников и студентов. Учащиеся, занимаясь с подобными конструкторами, могут закреплять полученные знания на практике и программировать роботов на выполнение различных действий.

В статье [4] вводится понятие виртуальных миров: «под виртуальным миром мы будем понимать компьютерную программу, в которой описаны модели объектов, законы и правила взаимодействия между ними, и реализацию этой программы». При создании виртуального мира помимо моделей в него можно добавлять различные сценарии поведения этих моделей и из этого получается симуляция. Симуляцию удобно использовать для обучения человека каким-то специфическим узкоспециализированным навыкам, которые невозможно или опасно для жизни изучать в реальном мире. Например, авиасимулятор. В образовательном же процессе также активно используются симуляторы на базах педагогических технопарков и кванториумов. Например, симулятор Liftoff, который позволяет научиться управлять дронами без материального ущерба. В таком симуляторе используется реальный джойстик, который обучающиеся держат в руках. На таком же джойстике происходит управление реальным дроном. В симуляторе можно выбирать карты полетов, виды дронов, регулировать качество съемки и т.д.

Также активно используются симуляторы ориентирования на местности, по оказанию первой медицинской помощи и симуляторы пожарной безопасности.

Виртуальные среды, такие как Gazebo, V-REP или Webots, предлагают возможность моделирования робототехнических систем в цифровом формате, что позволяет исследователям и обучающимся тестировать свои идеи без необходимости создания физического прототипа.

Сочетание робототехнических конструкторов и виртуальных сред формирует гибридную образовательную среду, в которой теоретические знания и практические навыки соединяются. Учебные программы, основанные на таких принципах, помогают обучающимся адаптироваться к современным требованиям, развивают их техническое и критическое мышление.

Основываясь на всем вышеизложенном, можно обобщить информацию и представить ее в некоторой схеме.

Первая схема (см. рис.1) представляет собой общий шаблон гибридной образовательной среды.



Рис. 1. Схема зависимости понятий гибридной образовательной среды и гибридного обучения

Здесь видно, что гибридное обучение – это часть гибридной образовательной среды и учитывая цель занятия выбирается соответствующая форма осуществления образовательного процесса.

Поскольку речь в статье идет об информатике и робототехническом образовании, то вторая схема (см. рис.2) представляет наше видение на компоненты гибридной образовательной среды применительно к обуче-

нию роботизированным технологиям и раскрывает связь компонентов гибридной образовательной среды, которая по-нашему мнению, наиболее четко описывает работу гибридной среды и её роль в организации гибридного обучения.

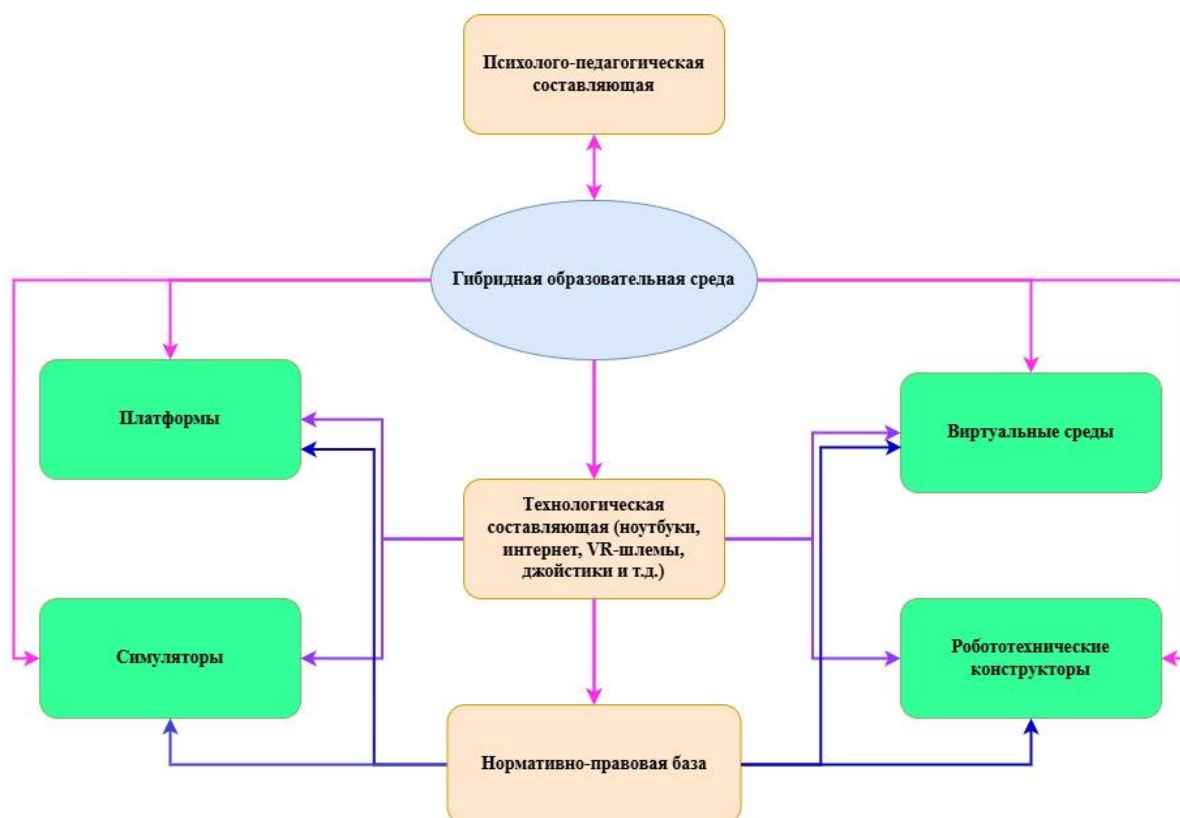


Рис. 2. Вариативные компоненты гибридной образовательной среды при обучении роботизированным технологиям

Заключение

Робототехнические конструкторы и виртуальные среды представляют собой неотъемлемую часть гибридной образовательной среды, способствующей эффективному обучению и развитию проектных навыков, если одной из целей обучения является обучение основам робототехники. Их интеграция в образовательные процессы открывает новые горизонты для учеников и студентов, позволяя им адаптироваться к быстро меняющемуся миру технологий.

При работе в гибридных образовательных средах необходимо использовать одновременно физическое взаимодействие и виртуальное, где обучающиеся смогут успешно управлять робототехническими устройствами.

И, конечно же, для успешного использования гибридной образовательной среды необходимо рассмотрение нормативно-правовой базы ее применения, которая составляет одну из главных задач внедрения гибридной образовательной среды.

Библиографические ссылки

1. *Филимонова Е. В.* Робот LEGO MINDSTORMS EV3 в среде TRIK Studio как новый исполнитель для обучения алгоритмизации и основам робототехники в школьном курсе информатики / Информатика в школе. 2021. № 7(170). С. 48-56.

2. *Афанасьева О. Ю., Смирнова М. В., Федотова М. Г., Радюк Ю. Г.* Гибридная образовательная среда в профессиональной подготовке учителя // Вестник Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета. 2020. № 6(159). С. 7-18.

3. *Литвинов Ю. В.* Реализация визуальных средств программирования роботов для изучения информатики в школах / Компьютерные инструменты в образовании. 2013. № 1. С. 36-45.

4. *Филипов А. В.* Обучение школьников программированию с помощью виртуальных миров / Информатика в школе. 2021. № 3(166). С. 45-49.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ПРИ ОБУЧЕНИИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ АЛГОРИТМАМ

С. А. Вельченко ¹⁾, Д. Г. Медведев ²⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г.
Минск, Беларусь semmi.vall@gmail.com

²⁾Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск, medvedev@bsu.by

Обоснование, разработка, апробация методики и структурно-функциональной модели, способствующих повышению результативности подготовки IT-специалистов, преподавателей вузов в частности ММФ БГУ, к разработке УМК для развития творческих способностей, учащихся с применением инновационных технологий ИИ в профессиональной деятельности.

Ключевые слова: механико-математический факультет; параллельные вычисления; программирование; теория решения изобретательских задач (ТРИЗ); многоуровневая модель; алгоритмическое и творческое мышление; полипарадигмальный подход; эвристические задачи; искусственный интеллект; искусственный интеллект (ИИ).

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TEACHING PARALLEL ALGORITHMS

S. A. Velchenko¹⁾, D. G. Medvedev²⁾

¹⁾Belarusian State University, Nezavisimosti Ave., 4, 220030, Minsk, Belarus
semmi.vall@gmail.com

²⁾Belarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus,
medvedev@bsu.by

Justification, development, testing of the methodology and structural and functional model that contribute to increasing the effectiveness of training IT specialists, university teachers, in particular, the MMF BSU, to the development of teaching and methodological complexes for developing creative abilities, students using innovative AI technologies in their professional activities.

Keywords: Faculty of Mechanics and Mathematics; parallel computing; programming; Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ); multi-level model; algorithmic and creative thinking; polyparadigm approach; heuristic problems; artificial intelligence; artificial intelligence (AI).

Введение

Традиционная методическая система подготовки будущего IT-специалиста в виду ряда противоречий не может на современном этапе справ-

ляться с формированием профессиональной компетентности по программированию и параллельным алгоритмам в информационно-образовательной среде университета и использованием ИИ.

Столкнувшись с рядом противоречий в подготовке будущих IT-специалистов:

- на социально-педагогическом уровне между потребностью государства и общества в конкурентоспособной личности IT-специалиста, математика, владеющего программированием и параллельными алгоритмами, технологиями ИИ, но недостаточной актуализацией этой проблемы в традиционной системе профессиональной подготовки будущих специалистов и интеграции в информационно-образовательную среду университета;

- на научно-теоретическом уровне между повышением значимости технологий параллельных алгоритмов с использованием ИИ во многих сферах человеческой деятельности, в том числе в сфере образования, и необходимостью поиска научно-методологических подходов к организации профессиональной подготовки будущих IT-специалистов к применению технологий указанных технологий в профессиональной деятельности (под применением мы понимаем оба аспекта: владение преподавателем навыками преподавания с учетом инновационных технологий и применения ИИ и владение достаточным уровнем для студентов чтобы автоматизировать процесс программирования и написания параллельных алгоритмов под конкретные задачи);

- на практико-методическом уровне между потребностью в повышении качества профессиональной подготовки будущих учителей информатики в области технологий ИИ, необходимостью развития их творческого мышления и недостаточной проработкой методического обеспечения этого процесса.

Данные противоречия, повышение требований к уровню профессиональной подготовки будущего IT-специалистов так и педагога готовящего данных специалистов, значимость технологий ИИ для развития государства и перспективность их внедрения в сферу образования определили исследовательскую проблему: какой должна быть методика подготовки будущих преподавателей и IT-специалистов в области ИИ для обеспечения высокого уровня готовности студентов к применению технологий по программированию и написанию программ на базе параллельных алгоритмов, а также ИИ в профессиональной деятельности на современном этапе развития этих технологий в условиях цифровой экономики и цифровизации образования.

Объект исследования: профессиональная подготовка IT-специалистов механико-математического факультете (ММФ) белорусского государственного университета (БГУ), и формированию у них компетенций по программированию и параллельным алгоритмам в информационно-образовательной среде университета и использованием искусственного интеллекта (ИИ). Применяя специализированные учебно-методические комплексы (УМК) и эвристические задачи, а также теорию решения изобретательских задач (ТРИЗ) с использованием полипарадигмального подхода для развития творческих способностей с учетом применения ИИ [3].

Предмет исследования: методика профессиональной подготовки IT-специалистов, ММФ БГУ, к применению технологий формированию компетенций по программированию и параллельным алгоритмам в информационно-образовательной среде университета и использованием ИИ. Под применением мы понимаем оба аспекта: владение преподавателем навыками преподавания с учетом инновационных технологий и применения ИИ и владение достаточным уровнем для студентов чтобы автоматизировать процесс программирования и написания параллельных алгоритмов под конкретные задачи).

Использование искусственного интеллекта в информационно-образовательной среде университета

Цель исследования: обоснование, разработка, апробация методики и структурно-функциональной модели, способствующих повышению результативности подготовки IT-специалистов, преподавателей вузов, в частности ММФ БГУ, к разработке УМК для развития творческих способностей, учащихся с применением инновационных технологий ИИ в профессиональной деятельности.

В качестве гипотезы исследования выдвинуто предположение о том, что методика подготовки IT-специалистов ММФ БГУ к применению технологий ИИ будет результативной, если:

- содержание профессиональной IT-специалистов, к применению технологий ИИ будет обновлено с учетом современных достижений и тенденций в области ИИ;
- методическое обеспечение для реализации деятельностного и личностно-ориентированного подходов, интеграции проблемного и эвристического обучения и ТРИЗ, позволяющее изменить ориентацию типа обучения с репродуктивного на творческий через усиление исследовательского характера учебной деятельности, будет включать практико-ориентированные учебные задачи, предполагающие использование аудиовизу-

ального технического обеспечения; курс-конструктор, построенный с использованием технологий электронного обучения; защиту лабораторно-практических работ в качестве формы осуществления текущего контроля успеваемости обучающихся;

- структурно-функциональная модель и диагностический комплекс оценивания уровня подготовки IT-специалистов, к применению технологий ИИ будут разработаны с учетом предложенных изменений в содержательном и методическом аспектах.

Научная новизна исследования:

- реализована научная идея результативного формирования готовности будущих IT-специалистов к применению технологий ИИ на основе обновления содержания и методического обеспечения их предметной подготовки с учетом современных достижений и тенденций в области ИИ;

- конкретизированы понятия «технологии искусственного интеллекта» и «подготовка IT-специалистов к применению технологий ИИ» с целью обеспечения результативности организации и осуществления педагогического процесса в контексте профессиональной подготовки и формирования у них компетенций по программированию и параллельным алгоритмам в информационно-образовательной среде университета;

- теоретически обоснована и разработана методика подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ на основе деятельностного и личностно-ориентированного подходов, интеграции ТРИЗ [1] и эвристического обучения и полипарадигмального подхода [2], позволяющая изменить ориентацию типа обучения с репродуктивного на творческий через усиление исследовательского характера учебной деятельности, способствующая повышению мотивации обучающихся к саморазвитию в сфере современных информационных технологий, развитию их творческого мышления, положительной динамике формирования их профессиональной готовности в области ИИ;

- на основе созданного диагностического инструментария доказана результативность созданной методики в реальном учебном процессе ММФ БГУ [4].

Заключение

При выборе нейронных сетей и их применение в учебной деятельности студентов как поэтапной самостоятельной работы (в их применении для конкретных задач), направленной на разрешение проблемных ситуаций в условиях группового диалогового общения при участии преподавателя; необходимость удовлетворения нейронных сетей критериям техно-

логичности, системности, управляемости, эффективности, повторяемости; возможность рращения проблемы индивидуализации обучения, т.е. учета индивидуальных способностей и возможностей обучающихся; проектирование преподавателем учебного процесса на основе общей модели подготовки, отражающей государственный образовательный стандарт специальности, с выполнением им функций разработчика проблемных задач, консультанта и эксперта.

Процесс профессиональной подготовки будущих ИТ-специалистов к использованию элементов искусственного интеллекта нами проведен на основе специальной разработанной модели. Ее эффективность обеспечивается организацией образовательного процесса.

В ходе работы по повышению готовности ИТ-специалистов к использованию элементов искусственного интеллекта были выявлены компоненты готовности:

- положительная мотивация и интерес к профессиональной деятельности к использованию элементов искусственного интеллекта в решении задач на распараллеливание, целенаправленный и сознательный характер действий к использованию искусственного интеллекта в профессиональной деятельности (мотивационно-ценностный компонент),
- достаточно высокий уровень овладения методикой работы с нейронными сетями, и способами проектирования дидактического материала для работы с ними {когнитивный компонент),
- сформированные умения будущего ИТ-специалиста к работе с нейронными сетями обучать под конкретные задачи (организационно-деятельностный компонент), что конструктивно решает все проблемы связанные с использованием нейронных сетей в профессиональной деятельности (личностный компонент).

Организация процесса готовности ИТ-специалиста к использованию ИИ состоит из условий, принципов, методов (технологии), содержания, организационных форм [3].

Определены критерии и уровни позволили организовать, мониторинг процесса готовности будущего ИТ-специалиста к использованию элементов ИИ и определить постепенный переход студентов на более высокий уровень готовности, о чем свидетельствуют результаты формирующего и заключительного этапов эксперимента, согласно которым возрастание количества студентов среднего и высокого уровня в экспериментальной группе является статистически значимым.

Наполнение и использование образовательных технологий опирается на уровне их интеграции в информационно-образовательную среду университета и использование ИИ в обучении программированию и параллельным алгоритмам.

Инструментарий обширный - это рассмотрение специализированных библиотек ИИ и модулей языка программирования Python 3 так и их интеграция моделей поддержки программирования распараллеливания в языках JAVA, C++, Python 3.

Библиографические ссылки

1. *Вельченко С. А., Медведев Д. Г.* Использование ТРИЗ для подготовки будущих IT-специалистов параллельным вычислениям. University Pedagogical Journal. Университетский педагогический журнал. Изд. БГУ 2024; ч.1 с 32-40. <https://journals.bsu.by/index.php/ped/article/view/6452> .
2. *Вельченко С. А.* Использование полипарадигмального подхода при обучении параллельному программированию студентов университета. Збірник наукових праць Академії післядипломної адукації. 2021;19:96–107.
3. *Вельченко С. А.* Формирование технической ит-компетенции при обучении студентов параллельному программированию. Университетский педагогический журнал. 2022;2:66–72.
4. *Коваленко Н. С, Вельченко С. А, Овсеец М. И.* Параллельное программирование. Математические модели, методы и алгоритмы : учебно-методическое пособие. Минск: БГУ;2022. 255 с.

УДК 004.89

ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА В УСЛОВИЯХ ШИРОКОГО ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

М. В. Воронов

*Московский государственный психолого-педагогический университет,
ул. Сретенка д.29.127051, г. Москва, Россия, mivoronov@yandex.ru*

Рассматриваются вопросы формирования образовательной политики в условиях цифровизации. Предлагаются варианты построения адекватных ситуации образовательных схем. Акцентируется внимание на необходимость подготовки функционально грамотных выпускников.

Ключевые слова: образование; искусственный интеллект; система; схема подготовки; функциональная грамотность; эффективность.

NATURAL AND MATHEMATICAL TRAINING IN THE CONTEXT OF WIDESPREAD USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMS

M. V. Voronov

*Moscow State Psychological and Pedagogical University,
Sretenka St., 29.127051, Moscow, Russia, mivoronov@yandex.ru*

The issues of education policy formation in the context of digitalization are considered. Options for constructing educational schemes adequate to the situation are offered. Attention is focused on the need to train functionally literate graduates.

Keywords: education; artificial intelligence; system; training scheme; functional literacy; efficiency.

Введение

В науке иногда делаются столь важные открытия, что на их основе разрабатываются технологии, которые обуславливают качественные скачки в развитии цивилизации. В настоящее время мы переживаем такого рода период: бурное развитие информационных телекоммуникационных технологий (ИКТ) в целом и достижения в области разработки систем, основанных на принципах искусственного интеллекта (СИИ), в частности [1,2].

Лавинообразно возрастающий поток доступных программно-технических средств, в основе которых лежат технологии искусственного интеллекта, поставил на повестку дня необходимость пересмотра многих устоявшихся схем в жизни общества, в том числе и сфере образования. Появившиеся средства СИИ в силу своих замечательных свойств (доступность, возможность оперативно и, главное, на содержательном уровне способность оперативно обрабатывать огромные массивы информации) потенциально позволяет существенно повысить эффективность образовательного процесса [3]. С другой стороны, безоглядное применение СИИ несет в себе возможные риски, последствия которых до конца не осознаны, ибо еще нет научно обоснованных технологий построения эффективных образовательных структур и процессов, в условиях массового применения такого рода средств. В настоящий момент эти средства и соответствующие технологии развиваются быстрее, чем система образования может на них адекватно реагировать.

Цели и задачи, обоснование схемы их решения

Не вызывает сомнения следующий тезис: искусственный интеллект – результат развития цивилизации и его нельзя отменить, а следует искать способы его эффективного применения.

СИИ уже активно используются студентами и в первую очередь для выполнения различных учебных заданий. Упомянув на предоставляемые возможности, многие студенты перестают учиться должным образом, поскольку у них снижается уровень мотивации самостоятельного освоения учебной программы. В этой связи остро необходимы средства, обеспечивающие нейтрализацию этого негативного момента. По-видимому, будут активизироваться работы по созданию специализированных СИИ, предназначенных для анализа представляемых студентами на контроль выполненных заданий. Одним из первых шагов в этом направлении было создание и использование интеллектуальных обучающих систем. Их суть заключается в пошаговой автоматизированной проверке элементов знаний обучаемого, и, в случае выявления затруднений, предлагается траектория возвращения к освоению конкретных разделов программы. [4].

Сегодня преподаватели стоят перед необходимостью более тщательно проверять выполненные с помощью СИИ не только собственно результаты работы студентов, а выявлять их способность самостоятельного выполнения, понимать и объяснять логику полученных с помощью СИИ решений. К сожалению, большинство преподавателей к этому не готово.

Как же построить образовательный процесс в складывающихся условиях?

Следует понимать, что при любых социально-экономических ситуациях и уровне развития цивилизации наша жизнь всегда будет базироваться, в конечном счете, на законах окружающего нас мира, для постижения и успешного применения которых необходима серьезная естественно-научная образовательная основа. В этой связи представляется целесообразным следовать традиционной образовательной методологии, суть которой в том, чтобы обеспечивать в соответствующем направлении качественную теоретическую подготовку на младших курсах, а лишь затем приступать к глубокому изучению специальных дисциплин, ибо «без фундаментальной естественно-математической подготовки любая, казалось бы, перспективная образовательная технология потеряет свои конкурентные преимущества» [5, с. 22].

Несомненно, что в условиях бурного развития качественно новых технологий необходимы коррективы традиционного блока естественно-математической подготовки в вузе. Вот некоторые соображения по этому поводу. Процессы эволюции реализуются, вообще говоря, в рамках законов природы. Следовательно, в базовую естественно-математическую подготовку всех уровней и направлений подготовки должен входить достойный по объему и глубине курс физики. Мы живем в непрерывном мире, описание которого с успехом осуществляется средствами математического анализа, и с ним, несомненно, каждый должен быть знаком. Наблюдается актуализация готовности действовать в условиях неопределенности. Отсюда следует необходимость изучения в высшей школе теории вероятностей, математической статистики и нечеткой математики. Поскольку объектами рассмотрения все чаще становятся сложные объекты, актуализируется потребность изучения теории систем и системного анализа, а также науки «Логика». Заметим, что речь идет не только о математической логике, а о возвращении во все образовательные программы вузов дисциплины, в которой изучаются законы и методы правильных рассуждений, отображающих результаты мыслительной деятельности человека.

Имеет место немаловажный факт, на котором не заостряют должного внимания. Повышение качества подготовки в условиях действенного внедрения информационно-коммуникационных технологий и особенно СИИ приводит к существенному удорожанию учебного процесса, в то время как традиционный подход при сохранении ряда и ряда своих неоспоримых методических преимуществ экономически весьма эффективен.

Широкое применение качественно новых технологий обуславливает формирование новой среды жизни социума. Ее характерным признаком

является усложнение отношений между людьми, а также людьми и машинами, что обуславливает повышение значимости интеграционных и лавинообразное усложнение происходящих процессов. Именно поэтому социальным нормативом готовности к жизнедеятельности выпускника становится его функциональная грамотность (говоря о функциональной грамотности обычно имеют ввиду способности человека анализировать ситуации, вырабатывать обоснованные решения, и готовность к их практическому исполнению). Заметим, достаточно высокий уровень академической грамотности обеспечивает лишь потенциальную способность современного человека эффективно действовать. Задача же состоит в том, чтобы каждый гражданин был способен осознанно и активно вести себя в современном мире.

Результаты и их обсуждение

Современный учебный процесс сосредотачивается, главным образом, на развитии способности решать локальные задачи, часто, не задумываясь о последствиях полученных решений. В силу существенного усложнения социальных процессов такой подход ущербен. Поэтому в образовательные процессы срочно требуется внедрение реального системного подхода, а не его имитации, устранение имеющихся тенденций намеренного принижения роли знаний о единстве мира, законах его строения и функционирования.

По-существу, речь идет о масштабном пересмотре образовательной политики, суть которой сводится к подготовке функционально грамотных людей, т.е. способных к адекватным преследуемым целям поступкам, причем речь идет не только о должностных лицах, но и об основной части дееспособного населения страны.

В ходе получения высшего образования целесообразно реализовывать традиционную для классических университетов схему его организации: на первых двух годах обучения всем студентам необходимо давать компактный и вместе с тем достаточный объем базовых в первую очередь представляющих собой соответствующую систему естественно-математических знаний. При этом будет вполне достаточно реализовывать крайне узкий спектр вариантов рабочих программ, несколько отличающихся только для существенно различных групп направлений подготовки, например, ввести общие программы для естественно-математической подготовки, например, следующих групп направлений: будущих научных работников в области естественных наук, всех видов инженеров, медиков, преподавателей и гуманитариев. Различного рода расширения и углубления могут осуществляться в ходе факультативных занятий. На этом этапе

желательно широко применять цифровые технологии в виде различного рода пакетов прикладных программ, оставляя решение вопросов постановки задач, формирования алгоритмов их решения и интерпретации за студентами [6].

На старших курсах должны решаться задачи собственно подготовки к будущей профессиональной деятельности и формирования функциональной грамотности выпускников, ориентируясь на прогнозируемые условия их деятельности. Крайне полезно внедрять проведение семинаров, тренингов и игр, в ходе которых рассматривать вопросы постановки профессиональных задач, их анализа, формирования и реализации собственно их решения, а также их интерпретацию, включая и оценки их реализуемости. Именно здесь целесообразно широко использовать системы, основанные на принципах искусственного интеллекта, отдавая на их долю решение рутинных вопросов. Наличие у студентов старших курсов серьезных базовых знаний и умений обеспечит их эффективное использование, а также будет способствовать приобретению умений и навыков в ожидаемой в ближайшем будущем их трудовой профессиональной деятельности.

Библиографические ссылки

1. *Казаченок В.В., Русаков А.А.* Искусственный интеллект в электронном обучении. Педагогика информатики. 2024. №1-2. С.1-15.
2. *Воронов М. В., Пименов В. И., Небаев И. А.* Системы искусственного интеллекта: учебник и практикум для вузов. М.: ЮРАЙТ. 2023. 268 с.
3. *Шобонов Н. А. Булаева М. Н. Зиновьева С. А.* Искусственный интеллект в образовании. Проблемы современного педагогического образования. 2023. №79. С. 288-290.
4. *Воронов М.В.* Система активной поддержки самоподготовки студентов. Образовательные технологии. 2018. №3. С. 107-118.
5. *Сенашенко В.С., Ткач Г.Ф.* О высшем академическом и профессиональном образовании. Высшее образование в России. 2012. №4. С. 19-24.
6. *Журавков М. А., Бровка Н. В., Абламейко М. С.* О преподавании и использовании искусственного интеллекта в высшей школе. «Вышэйшая школа»: навукова-метадычны і публіцыстычны часопіс. Минск: РИВШ. 2023. №4. С. 18-23.

**КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ПРЕДМЕТНЫХ
И МЕТАПРЕДМЕТНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ В РАМКАХ
ИНФОРМАТИЗАЦИИ ВНУТРЕННЕЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ
КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ**

С. М. Гуреев

ГБОУ Школа № 14, Россия, Москва, greatstarmaster@gmail.com

В статье рассматривается проблема совершенствования внутренней системы оценки качества образования (ВСОКО) через внедрение современных информационных технологий. Автор анализирует ограничения существующих цифровых инструментов (электронных дневников и журналов), которые фокусируются преимущественно на предметных результатах, не обеспечивая оценки метапредметных достижений учащихся. Автор делает вывод о повышении эффективности управления качеством образования за счет автоматизации процессов сбора и анализа данных о метапредметных результатах.

Ключевые слова: внутренняя система оценки качества образования; ВСОКО; информатизация образования; метапредметные результаты; управление качеством образования.

**ON THE RELEVANCE OF FRACTIONAL
INTEGRATION-DIFFERENTIATION IN THE PREPARATION OF
STUDENTS IN MECHANICS AND MATHEMATICS**

S. M. Gureev

MSBEI School 14, Russia, Moscow, greatstarmaster@gmail.com

The article considers the problem of improving the internal system of education quality assessment (ISEQA) through the introduction of modern information technologies. The author analyzes the limitations of existing digital tools (electronic diaries and journals), which focus primarily on subject results, without providing an assessment of students' meta-subject achievements. The author concludes that the efficiency of education quality management can be improved by automating the processes of collecting and analyzing data on meta-subject results.

Keywords: internal system of education quality assessment; informatization of education; meta-subject results; transdisciplinary outcomes; education quality management.

Введение

Актуальность информатизации ВСОКО обусловлена тем, что управление качеством образования является одним из ключевых приоритетов государственной политики в сфере образования. Реализация государственных образовательных стандартов требует прозрачного и надежного механизма контроля качества. Однако традиционные подходы к ВСОКО не всегда позволяют эффективно обрабатывать и анализировать большие объемы данных [2].

Федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС) требуют комплексной оценки образовательных результатов, включающей не только предметные, но и метапредметные достижения учащихся [1]. Однако существующие электронные системы оценки качества образования в большинстве случаев ограничиваются учетом исключительно предметных результатов, что не соответствует современным требованиям к качеству образования.

Информатизация ВСОКО позволяет автоматизировать процессы сбора, анализа и интерпретации данных о качестве образования, включить в периметр ВСОКО метапредметные результаты, тем самым повысив эффективность управления качеством образования.

Информатизация ВСОКО и метапредметные результаты

Внутренняя система оценки качества образования – это подсистема внутришкольного управления, которая направлена на оценку качества образовательного процесса, условий его осуществления и его результатов.

Согласно Федеральному закону № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», каждая образовательная организация обязана обеспечивать функционирование ВСОКО.

Законодатель отнес полномочие по формированию ВСОКО в сферу ответственности образовательной организации. Никаких федеральных регламентов на этот счет нет, что приводит к отсутствию четких нормативных требований к порядку организации ВСОКО. Кроме того, имеется недостаток аналитического инструментария для обработки данных ВСОКО. Эти проблемы приводят к снижению эффективности ВСОКО как инструмента управления качеством образования.

Субъекты, обеспечивающие функционирование ВСОКО сталкиваются с рядом проблем: ручной обработкой данных, разрозненностью информации в различных системах, файлах и бумажных носителях, ограниченная доступность аналитики.

Эти проблемы делают процесс оценки качества менее эффективным и затрудняют процесс принятия управленческих решений.

Информационные технологии играют ключевую роль в реализации ВСОКО. Они выполняют несколько важных функций: сбор и хранение, анализ, визуализация и обеспечение доступности данных.

Для эффективной цифровизации ВСОКО необходимо:

- Создать единую информационную платформу, объединяющую данные электронного журнала, независимых диагностик и тестирований;
- Обеспечить доступность информации для всех участников образовательного процесса;
- Развивать цифровые компетенции педагогов и школьных администраторов для работы с аналитическими инструментами.

Необходимо также учесть, что качество образования – комплексная характеристика, оно не ограничивается только предметными результатами, такими как оценки по математике, русскому языку или другим дисциплинам. Образовательные стандарты делают акцент на формировании у учащихся универсальных учебных действий (УУД), которые включают познавательные, регулятивные и коммуникативные навыки.

Метапредметные результаты – это умения, которые помогают ученикам применять знания в реальной жизни, критически мыслить, работать в команде и самостоятельно организовывать свою учебную деятельность [3]. Учет этих результатов крайне важен для оценки качества образования, так как они отражают способность учащихся адаптироваться к изменяющимся условиям и решать нестандартные задачи. Соответственно, данные о метапредметных результатах освоения образовательных программ должны обрабатываться во ВСОКО.

Электронные дневники, как правило, ограничиваются учетом предметных результатов. При этом такие важные аспекты, как личностные и метапредметные результаты, качество воспитательной работы и методической деятельности, остаются за пределами информационной системы. Это подчеркивает необходимость разработки более комплексных информационных систем, которые охватывали бы все аспекты качества образования, предусмотренные ФГОС.

Заключение

Для подготовки ВСОКО к всестороннему учету метапредметных результатов необходимо обеспечить наличие всех необходимых для этого ресурсов (нормативных, технических, материальных, методических):

- дополнить локальные акты ВСОКО – включить в них перечень информационных систем и разграничение полномочий работников;

- внести изменения в положение о ВСОКО в части учета метапредметных результатов;
 - интегрировать данные из различных источников в единую систему для обеспечения целостности и доступности информации;
 - повысить ИТ-компетентности педагогов и администрации, в том числе в работе с аналитическими инструментами;
 - применять информационные технологий для автоматического анализа данных и выявления тенденций в области качества образования.
- Внедрение этих изменений позволит повысить эффективность системы оценки качества образования.

Библиографические ссылки

1. Приказ Минпросвещения России от 31.05.2021 № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» // СПС КонсультантПлюс
2. *Савиных Г.П.* Дефициты организации внутренней системы оценки качества образования в аспекте субъекта ее функционирования // Вестник МГПУ. Серия: Педагогика и психология. 2019. №3 (49). С. 23–31
3. *Хуторской А. В.* Пять уровней реализации метапредметного подхода в содержании образования / Вестник Института образования человека. 2017. № 2. С. 8.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ СОВРЕМЕННОГО УРОКА ПО ИНФОРМАТИКЕ В ШКОЛЕ

А. А. Заславский¹⁾, Н. А. Заславская²⁾

¹⁾ГАОУ ВО МГПУ, Россия, Москва, zaslavskijjaa@mgpu.ru

²⁾ГАОУ ВО МГПУ, Россия, Москва, zaslavskajana@mgpu.ru

Использование нейронных сетей становится неотъемлемой частью образовательной практики современных школьников. В этой связи, педагогам информатики необходимо поддерживать высокий уровень профессиональной компетентности и активно внедрять нейронные сети в учебный процесс с целью повышения его актуальности, привлекательности и интерактивности. В статье рассматриваются возможности применения нейронных сетей в деятельности педагога информатики через призму трех ключевых аспектов: подготовка к уроку, проведение учебного занятия, а также проектирование заданий и формирование образовательного опыта учащихся.

Ключевые слова нейросети; нейронные сети; искусственный интеллект; современный урок; информатика; методика обучения; управление.

THE USE OF NEURAL NETWORKS IN ORGANIZING A MODERN COMPUTER SCIENCE LESSON AT SCHOOL

A. A. Zaslavskii¹⁾, N. A. Zaslavskaya²⁾

¹⁾ГАОУ ВО МГПУ, Россия, Москва, zaslavskijjaa@mgpu.ru

²⁾ГАОУ ВО МГПУ, Россия, Москва, zaslavskajana@mgpu.ru

For schoolchildren, the use of neural networks is becoming the norm. It is important for computer science teachers to maintain their research tone and apply artificial intelligence to make lessons modern, interesting and interactive. The article considers the application of neural networks by a teacher at computer science lessons from three sides: from the position of preparing for the lesson, conducting the lesson, and designing the educational experience of schoolchildren.

Keywords neural networks; artificial intelligence; modern lesson; informatics; teaching methodology; management.

Введение

Нейронные сети, представляющие собой один из наиболее современных и перспективных инструментов в области искусственного интеллекта, активно внедряются в образовательный процесс. В контексте задач

современной школы, направленных на формирование гармонично развитой личности, возникает необходимость в системном и осознанном применении данных технологий. Стихийное и неструктурированное использование нейронных сетей может привести к формированию у обучающихся некорректного представления о возможностях и ограничениях данной технологии, что негативно скажется на ее образовательном потенциале.

В связи с этим, ключевая роль в формировании культуры применения нейронных сетей в образовании отводится педагогам школ, в том числе на уроках информатики [1]. Выступая в качестве примера для учащихся, педагогу важно профессионально и ответственно демонстрировать использование данных технологий. Это предполагает техническую грамотность в работе с нейронными сетями, понимание их места в образовательной деятельности, а также способность интегрировать их в учебный процесс с учетом педагогических и этических принципов.

Системное внедрение нейронных сетей в профессиональную деятельность педагогов становится важным условием для формирования у обучающихся навыков ее эффективного и критического использования.

Методология исследования

Вопросы, которые часто возникают у педагогов в контексте внедрения нейронных сетей в образовательный процесс, включают: «Какова роль нейронных сетей в обучении?» и «Каким образом их можно эффективно интегрировать в учебную деятельность?». Отвлекаясь от общих маркетинговых утверждений, таких как «полная персонализация обучения» или «автоматизация рутинных задач», целесообразно сосредоточиться на конкретных практических примерах применения нейросетей в работе педагога. Для систематизации анализа предлагается разделить деятельность педагога на 3 ключевых этапа: подготовка к уроку, проведение урока и проектирование заданий для обучающихся.

Целью данной статьи является исследование потенциала нейронных сетей для повышения качества подготовки и проведения учебных занятий, а также выявление конкретных областей их применения на каждом из указанных этапов. Задачи, решаемые в рамках статьи: изучение возможностей современных нейросетей; анализ преимуществ применения нейросетей для подготовки к урокам; описание методических приемов применения нейросетей на уроках, возможности нейросетей при проектировании заданий для обучающихся.

Результаты

Нейросети можно ассоциировать со старательным и формальным исполнителем. Они будут быстро выполнять инструкции, при этом понимая их абсолютно формализовано. Чтобы получить положительный результат от нейросетей необходимо очень четко формулировать промпты – управляющие запросы. [3]. При использовании корректной модели построения промпта выдача будет максимально релевантной.

Рассматривая в качестве примера общедоступные большие языковые модели текстовых генеративных сетей [5, 6] обратим внимание, что они доступны в виде чат-ботов или веб-интерфейсов. Большими они называются потому, что используют сотни миллионов параметров и обучены на огромных массивах данных. Из описанного следует, что они могут имитировать практически любую роль: ученика средней школы, ученика-олимпиадника сельской школы, городского методиста и пр. Гарантий, что будет полное попадание в роль нет. При этом высока вероятность корректной имитации основных свойств и особенностей заданной роли.

Задавая нейросети разные роли, педагог может использовать интересные приемы. Например, стилизовать подачу образовательного материала под Норберта Винера (или любую другую известную личность из профессиональной предметной области) и дать дополнительное поощрение тем, кто его угадает. Другим приемом будет указание преподавателем уникальных отличительных особенностей класса, для которого готовит урок (уровень активности, три самых популярных профиля выбранных экзаменов, любимый сериал школьников и т.д.) и запрос в нейросеть о составлении урока с учетом этих особенностей. Предсказать результат выдачи невозможно, но есть высокая вероятность, что получится интересно и оригинально. Третьим вариантом может быть представление образовательного материала в любимом сеттинге класса – космос, вестерн или фильм с любимыми героями. Стилизации могут подвергнуться тексты и иллюстрации к ним. Такой прием можно считать подходом к применению элементов геймификации в образовательном процессе [3]

Применять нейросети на занятиях следует с долей настороженности и аккуратности. Поскольку предсказать выдачу невозможно, следует предупредить обучающихся, что возможны различные результаты, что к ним важно относиться максимально критически и перепроверять информацию, полученную от нейросетей. Рекомендуется предварительно проверить потенциальную выдачу, попробовав выполнить промпты самостоятельно и скорректировать их при необходимости.

В рамках урока можно задать нейросети предметные вопросы, на которые обучающиеся не смогли ответить или хотят проверить свои ответы. За счет большого количества данных, использованных при обучении, мо-

дель явно будет иметь необходимую информацию. При этом если не задать школьный контекст нейросеть может выдать термины и определения, которые не входят в школьную программу. Они могут стать предметом дискуссии и обсуждения на уроке.

Интересным приемом для работы на уроке будет общение с чат-ботом, созданным по трудам конкретной личности, таким как «Аспирант Выготского» [2, 5], созданным ГАОУ ВО МГПУ. Чат-бот работает на базе большой языковой модели, специально обученной на текстах Л.С. Выготского. С ним можно вести диалог о содержании школьного курса по информатике, получая ответы в стиле и контексте исторического автора. В таком диалоге могут появиться интересные взгляды на изучение предмета.

Выявление достижений является популярным приемом геймификации обучения [3]. Перед началом урока можно попросить нейросеть составить несколько критериев, за которые будут начисляться баллы на занятии. После урока загрузить в нейросеть результаты и попросить описать достижения, придумать бейджи для самых активных учеников. Предложенный прием сможет повысить мотивацию обучающихся к активной работе на уроке и развеселит в конце.

По статистике, современные школьники активно используют нейросети при выполнении домашних заданий [4]. Поэтому давая задание стоит учитывать, что для его выполнения ученики будут использовать нейросеть. В таком случае можно учить правильно строить запросы к нейросети, развивать научную этику цитирования (оформлять ссылки на использование нейросетей) и разделять выдачу от нейросетей и собственные размышления.

Хорошим приемом применений нейросетей для проектирования заданий будет их использование для составления вопросов самопроверки. Ученик пишет промпт, в котором указывает свой уровень владения предметом, тему и количество вопросов, на которые планирует ответить. Ответы на вопросы отправляет в нейросеть и просит дать обратную связь по результату проверки. Если какой-то вопрос остался непонятным, ученик может попросить нейросеть объяснить его, указав повторно текущий уровень понимания темы, объем и стиль объяснения. Таким образом нейросеть выступает в роли методиста-репетитора, готового в разных стилях и в любое время предоставить информацию по выбранной теме.

Интересным приемом может быть конкурс промптов учеников, которыми они будут получать от нейросети объяснение конкретной темы по информатике. Ученики самостоятельно проектируют промпты для нейросети, чтобы та выдавала корректное объяснение одной из тем курса. Промпты можно разнообразить различным вводными: ограничением на количество символов в ответе, тип используемых слов, стиль изложения, запретом на использовании конкретных слов и т.д. Полученные промпты

можно использовать в рамках уроков-повторений и пополнить ими методическую копилку педагога.

Заключение

Нейросети обладают поистине колоссальным потенциалом использования, ограниченным только воображением пользователей. Ввиду доступности и популярности нейросетей практически бесполезно запрещать ими пользоваться, поэтому стоит переключить усилия на обучение школьников корректному и эффективному использованию нейросетей. Важным шагом является обновление подхода к составлению заданий в части применения нейросетей для обучения, а также агрегации интересных, эффективных и полезных промптов педагогом.

По результату проделанной работы считаем, что сформулированная цель достигнута. В рамках первой задачи определили потенциал применения нейросетей в образовательном процессе. По второй, третьей и четвертой задачам определили по три способа применения нейросетей, которые позволят внести существенное разнообразие в уроки, сделав их оригинальными, интересными и современными. В дальнейших исследованиях планируем фокусировать внимание на других аспектах применения нейросетей в работе педагогов.

Библиографические ссылки

1. *Заславская Н. А.* Развитие творческих способностей обучающихся при изучении информатики / Актуальные проблемы методики обучения информатике и математике в современной школе : Материалы международной научно-практической интернет-конференции, Москва, 22–26 апреля 2024 года. Москва: Московский педагогический государственный университет, 2024. С. 78-82.
2. *Заславский А. А.* Создание профильных ассистентов педагога на основе чат-ботов с применением нейросетей. Образовательная политика, (2024), 19(4), 90–94.
3. *Заславский А. А.* Применение подходов геймификации при организации проектной деятельности на примере школьников международного бакалавриата // Ребенок в современном образовательном пространстве мегаполиса: материалы IX Всероссийской научно-практической конференции. (Москва, 08 апреля 2022 г.). Режим доступа: <http://izvestia-ippo.ru/zaslavskiy-a-a-primenenie-podkhodov-g/> (свидетельство о регистрации СМИ Эл №ФС77-68116 от 21.12.2016)
4. Нейросети захватывают школы [Электронный ресурс] // URL: <https://vc.ru/education/1647274-neiroseti-zahvatyvayut-shkoly> (дата доступа 14.03.2025).
5. Чат-бот «Аспирант Выготского» [Электронный ресурс] // URL: https://t.me/vygotsky_mcu_bot (дата доступа 14.03.2025).
6. Чат-бот GigaChat [Электронный ресурс] // URL: https://t.me/gigachat_bot (дата доступа 14.03.2025).

**ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПРЕДОБРАБОТКИ
ДВУМЕРНЫХ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ИНСТРУМЕНТОВ СТАТИСТИКИ И ИСКУССТВЕННОГО
ИНТЕЛЛЕКТА WOLFRAM LANGUAGE**

У. С. Игнатчик

*Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск,
uliana.ignatchik@gmail.com*

В работе приведены варианты подготовки имитирующих натурные дистанционные наблюдения данных для вычислительных экспериментов. Описаны примеры использования функций системы Wolfram Mathematica для устранения искажений путем применения инструментов прикладной статистики, сопоставлением с результатами, полученными с помощью сверточной нейронной сети.

Ключевые слова: имитация натуральных данных; устранение шумов; прикладная статистика; сверточные нейронные сети; Wolfram Mathematica.

**EXAMPLES OF SOLVING A PROBLEM OF PREPROCESSING
TWO-DIMENSIONAL DATA USING STATISTICS AND ARTIFICIAL
INTELLIGENCE WITH WOLFRAM LANGUAGE**

U. S. Ihnatchyk

Belarussian state university, Belarus, Minsk, uliana.ignatchik@gmail.com

This work presents approaches to generating simulated data that emulates natural remote observations for computational experiments. Provided examples demonstrating the use of Wolfram Mathematica functions to eliminate distortions (small-scale noise) in digital fields by applying statistical analysis tools in comparison with convolutional neural network.

Keywords: simulated observational data; noise removal; applied statistics; convolutional neural networks (CNN); Wolfram Mathematica.

Подготовка данных для исследования

Рассмотрим задачу удаления шума из значений функции на равномерной сетке узлов. Зададим исходные данные:

1. В качестве исследуемой функции выбрана гладкая поверхность, задаваемая выражением

$$z = f(x, y) = e^{-(-9+x)^2 - (-2+y)^2} - \frac{2}{3} e^{-(-7+x)^2 - (-3+3y)^2} \quad (1)$$

где $x \in [5; 12], y \in [0; 4]$.

2. Для численного моделирования, имитируя наблюдения, на первом этапе вычисляются значения функции на равномерной сетке узлов. Шаг может быть разным, предварительно рассмотрены варианты 0.025, 0.05, 0.1, 0.2. Сопоставления карт изолиний выбранной эталонной функции $z = f(x, y)$ и интерполирующих сеточных функций, получаемых с помощью функции Wolfram Mathematica ListContourPlot на наборах данных с перечисленными значениями шагов, показали, что представительными можно считать результаты варианта с шагом 0.1. При значениях шага 0.025, 0.05 разница в изолиниях незначительна, а при шаге 0.2 слишком велика. В результате далее работаем с матрицей значений размерности 71×41 .

3. На втором этапе вычисленные сеточные данные искажаются наложением шумов. Используется генератор случайных чисел RandomReal [1], случайные значения шума из равномерного распределения на интервале $[-0.04, 0.04]$. Также отметим, что шум накладывается на внутренние узлы, граничные остаются без изменений.

Для наглядности результатов визуализации функциями Wolfram Language ContourPlot и ListContourPlot [2] рассмотрены и представлены в иллюстрациях ниже линии уровня при значениях

$$z \in \{-0.3, -0.2, -0.15, -0.1, 0.1, 0.15, 0.2, 0.4, 0.6\}$$

Для сопоставления результатов проводилась качественная оценка в виде визуального сравнения исходных, зашумленных и обработанных данных, а также количественная оценка с использованием среднеквадратичного отклонения [3].

Среднеквадратичная ошибка для принятого и используемого далее варианта зашумленных данных по сравнению с исходными равна 0.0043.

Удаление шума с помощью анизотропного диффузионного фильтра

Исходные данные рассматриваем как сумму “полезного сигнала” и аддитивного шума. Соответственно задача состоит в том, чтобы максимально уменьшить шум при сохранении “полезного сигнала”.

Запрограммированный анизотропный диффузионный фильтр [4] (модуль anisotropicDiffusion) выбран в силу его адаптивности:

- В местах с малым градиентом фильтр активно сглаживает, подавляя шум.

- В местах с высоким градиентом диффузия ограничивается, сохраняя особенность данных.

Ключевые фрагменты кода модуля: Module, Dimensions, Do, норма градиента, дискретный оператор дивергенции по 4 компонентам.

Приведенные результаты получены в варианте:

- Число итераций: 50;
- Шаг по времени: 0.015;
- Чувствительность к градиенту: 0.08.

В итоге среднеквадратичная ошибка между исходными и восстановленными данными равна 0.004, то есть уменьшилась на 5.81% по сравнению с исходной.

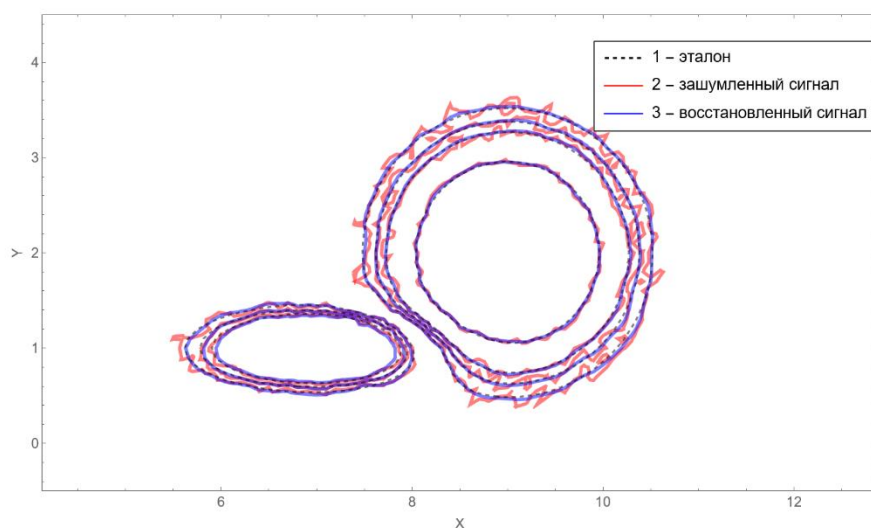


Рис. 1. Результат анизотропного диффузионного фильтра. Эталон (1), зашумленный сигнал (2), восстановленный сигнал (3)

Удаление шума с помощью сверточной нейронной сети

Сверточная нейронная сеть часто используется в задачах удаления шума благодаря следующим особенностям:

- способна автоматически определить сложные зависимости в данных;
- эффективно удаляет шум с сохранением “полезного сигнала”;
- полученные знания способна применить на данные, не встречавшиеся ранее.

Для решения задачи разработана модель, представляющая следующую структуру [5]:

- Входной слой принимает данные размерностью 71×41 ;

- 6 сверточных слоев с ядром размерностью 3×3 и padding со значением 1 для сохранения размерности;

- В качестве функции активации между слоями выбрана сигмоида.

Для обучения и тестирования нейронной сети необходимо достаточное количество данных, исходя из этого было принято решение заменить коэффициенты в исходной функции на параметры и случайным образом подобрать их на подготовленной сетке.

В результате сформирован набор данных, в котором 500 тренировочных и 100 тестовых образцов, каждый из которых представляет собой пару исходных и зашумленных данных.

Ключевые фрагменты кода модуля: createDataset, NetChain, NetTrain.

Параметры обучения [6]:

- Функция потерь: MSE;
- Количество эпох: 70;
- Коэффициент скорости обучения: 0.001;
- Размер батча: 32.

В результате тестирования усредненная среднеквадратичная ошибка на всем наборе тестовых данных составила 0.0005, что позволило уменьшить исходную на 88.17%.

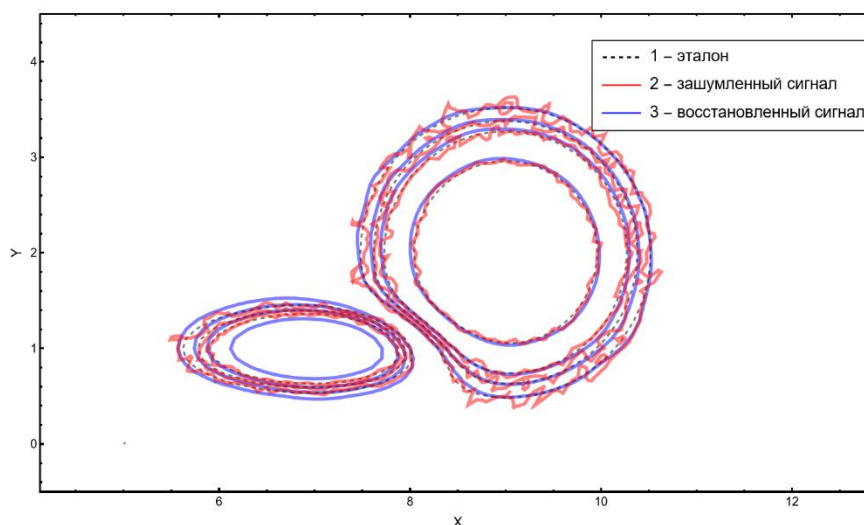


Рис. 2. Результат сверточной нейронной сети. Эталон (1), зашумленный сигнал (2), восстановленный сигнал (3)

Библиографические ссылки

1. Random Number Generation [Электронный ресурс] / Wolfram Language Documentation. Режим доступа: <https://reference.wolfram.com/language/guide/Random-NumberGeneration.html> (date of access: 21.03.2025)

2. Data Visualization [Электронный ресурс] / Wolfram Language Documentation. Режим доступа: <https://reference.wolfram.com/language/guide/DataVisualization.html> (date of access: 21.03.2025)
3. Statistical Data Analysis [Электронный ресурс] / Wolfram Language Documentation. Режим доступа: <https://reference.wolfram.com/language/guide/Statistics.html> (date of access: 21.03.2025)
4. *Pietro Perona*, Jitendra Malik Scale-Space and Edge Detection Using Anisotropic Diffusion // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 1990. Том 12. № 7. С.629 – 633.
5. Neural Network Construction & Properties [Электронный ресурс] / Wolfram Language Documentation. Режим доступа: <https://reference.wolfram.com/language/guide/NeuralNetworkConstruction.html> (date of access: 21.03.2025)
6. Neural Network Operations [Электронный ресурс] / Wolfram Language Documentation. Режим доступа: <https://reference.wolfram.com/language/guide/NeuralNetworkOperations.html> (date of access: 21.03.2025)

МОДЕЛЬ РЕАЛИЗАЦИИ ЭКОСИСТЕМНОГО ПОДХОДА ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ ИТ-НАПРАВЛЕНИЙ

Е. Е. Ковалев

*Московский педагогический государственный университет, Россия, Москва,
ekovalev@yandex.ru*

В статье рассказывается об особенностях процесса подготовки бакалавров ИТ-направлений, связанных с необходимостью изучения стандартов и методик проектирования программных продуктов. Такой подход основан на внедрении в учебный процесс технологий фирм-разработчиков программного обеспечения. Для повышения эффективности процесса формирования прикладных компетенций автором разработана и используется модель реализации, интегрированная с системой отраслевых стандартов для разработки собственных программных решений.

Ключевые слова: стандарты проектирования; формирование компетенций; методика; подготовка бакалавров ИТ-направления.

A MODEL FOR IMPLEMENTING AN ECOSYSTEM APPROACH IN THE IT EDUCATION OF STUDENTS

E. E. Kovalev

Moscow pedagogical state university, Russia, Moscow, ekovalev@yandex.ru

The article describes the specifics of the bachelor's degree preparation process related to the need to study standards and software product design techniques. This approach is based on the introduction of software development technologies into the educational process. To increase the efficiency of the process of forming applied competencies, the author has developed and uses an implementation model integrated with a system of industry standards to develop their own software solutions.

Keywords: design standards; competence formation; methodology; education of bachelors ICT-field.

Введение

При оценке качества содержания образовательной программы в области цифровизации в университетах ключевым аспектом является интеграция в процесс обучения решений и учебно-методических материалов компаний-лидеров рынка. Умение использовать в профессиональной деятельности современные ИТ-продукты — неотъемлемая часть прикладных

компетенций будущих специалистов. Все это усиливается постоянно увеличивающейся потребностью экономики в кадрах, особенно в области ИТ.

Для реализации экосистемного подхода в образовании необходимо при обучении студентов выстроить модель взаимодействия с системой стандартов, правил рекомендаций предметной области и ИТ. Практическое обучение в современных образовательных программах высшей школы является обязательным дополнением учебных занятий и должно быть направлено на изучение кейсов и получение прикладных компетенций.

Методология исследования

Оптимальным подходом для решения задачи является сочетание реальных кейсов и опыта предприятий-разработчиков из сферы ИТ. Стоит отметить, что для формирования компетенций необходимо изучение методик и практик разработки на основе существующих стандартов, накопленного опыта внутри компаний, а также собственных корпоративных стандартов и требований и создание студентами на их основе собственных программных конфигураций.

При этом необходимо реализовать связь с практической подготовкой студентов – перед прохождением производственной практики они изучают на примере цифрового двойника бизнес-процессы предметной области и их возможную автоматизацию. Итоговая оценка полученных решений может быть реализована с привлечением внешних независимых экспертов из представителей потенциальных работодателей и лидеров рынка.

Модель реализации экосистемного подхода представляет собой следующую регламентированную последовательность шагов, направленных на изучение стандартов, лучших практик и формирования требований к будущей программной разработке [1]:

1. Выдача задания в неформализованном текстовом виде.
2. Формирования задания на учебную практику, совместно с вендорами или потенциальными заказчиками (изучение бизнес-архитектуры предприятия и выделенных бизнес-процессов).
3. Сбор требований к будущей разработке.
4. Анализ аналогов предметной области (с обязательным выделением требующих доработки процессов).
5. Выбор и обоснование методологии проектирования.
6. Построение функциональных моделей в выбранной методологии.

Подготовка отчета в виде технического задания (далее – ТЗ) (с адаптацией шаблона ГОСТ 34.602–2020 «Техническое задание на создание автоматизированной системы» или внутренних стандартов, например, стандарта 1С) [2,3].

Результаты и их обсуждение

Рассмотрим пример полученного технического задания для разработки модуля информационной системы (ИС) на базе платформы «1С: Предприятие» для медпункта виртуального производственного предприятия. Этот пример является итоговым заданием для допуска к экзаменам у студентов 3 курса направления «Прикладная информатика» и может служить основой для курсовой работы.

При обследовании предметной области выяснено: основные задачи медпункта включают учет состояния здоровья сотрудников, ведение данных о прививках, результатах медосмотров и направлениях на санаторное лечение. Деятельность медпункта также предполагает сбор и хранение информации об условиях труда работников, позволяя принимать обоснованные решения для улучшения их здоровья и безопасности на рабочих местах.

При проведении обследования предметной области студенты изучают методы сбора и анализа данных и взаимодействуют с реальными объектами или их цифровыми двойниками.

Получено описание объекта автоматизации: медпункт предприятия контролирует состояние здоровья сотрудников, ведет учет прививок, заболеваний и направления на санаторное лечение. Система позволяет фиксировать данные о сотрудниках, их состоянии здоровья и результатах медосмотров. Она также позволяет вести отчеты, которые помогают управлению предприятием принимать решения для поддержания благоприятных условий труда.

Цель: создать конфигурацию на платформе «1С: Предприятие» для учета данных о здоровье сотрудников, обеспечивающую ведение медицинских записей, контролирующую выполнение прививок и предоставляющую данные для анализа состояния здоровья персонала на предприятии. Техническое задание распространяется на разработку модуля для учета и управления данными о состоянии здоровья сотрудников, а также анализа данных, связанных с их медицинским обслуживанием и профилактикой.

Требования к функциональным характеристикам, выделенные подсистемы:

1. Ведение данных о сотрудниках — учет информации о сотрудниках, включая ФИО, должность, подразделение и условия труда.
2. Учёт прививок — фиксирование данных о прививках сотрудников с учетом типов и дат проведения.
3. Медосмотры — планирование и учет медицинских осмотров с фиксацией результатов.
4. Санаторное лечение — регистрация направлений на санаторное лечение и его результатов.

5. Отчеты и аналитика — формирование аналитических отчетов по прививкам, состоянию здоровья, медосмотрам и санаторному лечению.

Для наглядного представления проведено функциональное проектирование по методологии IDEF0. Контекстная диаграмма IDEF0 и ее декомпозиция приведены на рис.1-2.

Требования к конфигурации. Конфигурация должна поддерживать следующие функции:

- Ведение данных о сотрудниках, включая их ФИО, должности, подразделения и условия труда.
- Фиксация медицинских данных: состояние здоровья, перенесенные заболевания, результаты медосмотров.
- Учёт направлений и результатов санаторного лечения.
- Ведение учёта прививок с указанием дат и типа вакцины.
- Формирование отчетов для анализа состояния здоровья сотрудников.

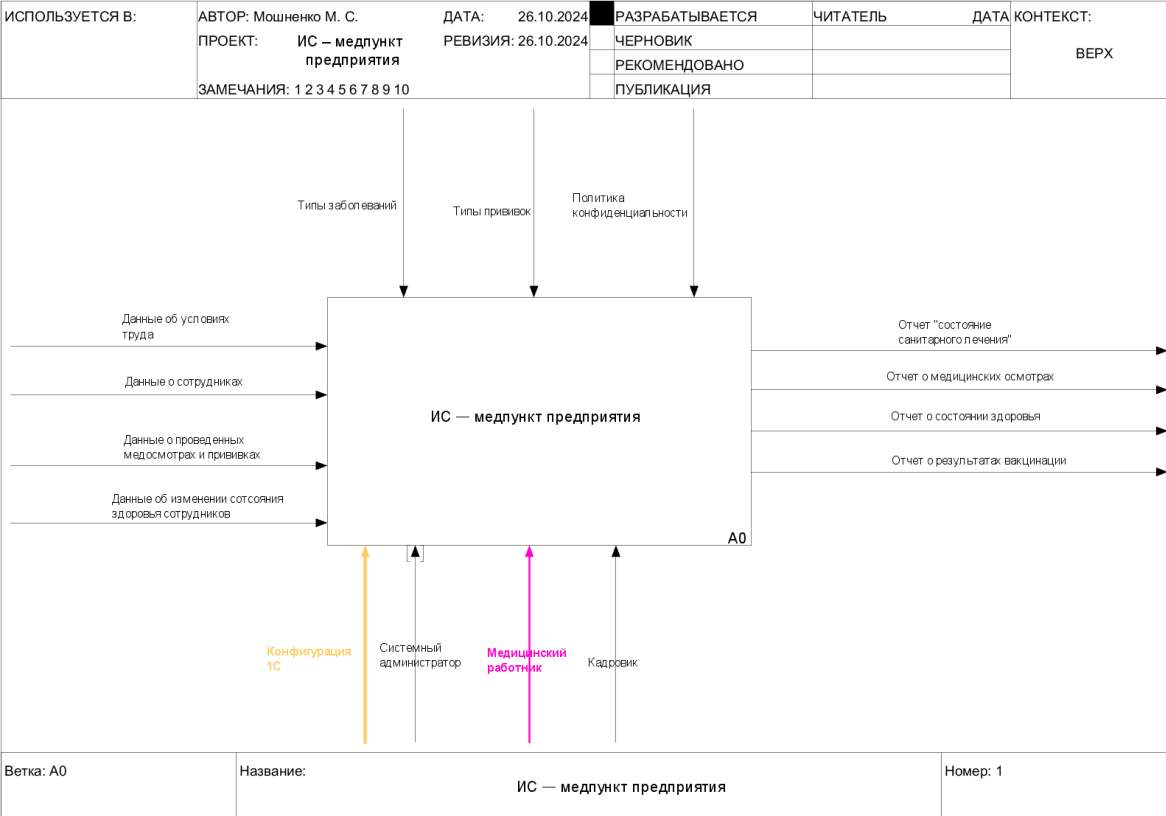


Рис. 1. Диаграмма A0 конфигурации «Медпункт предприятия»

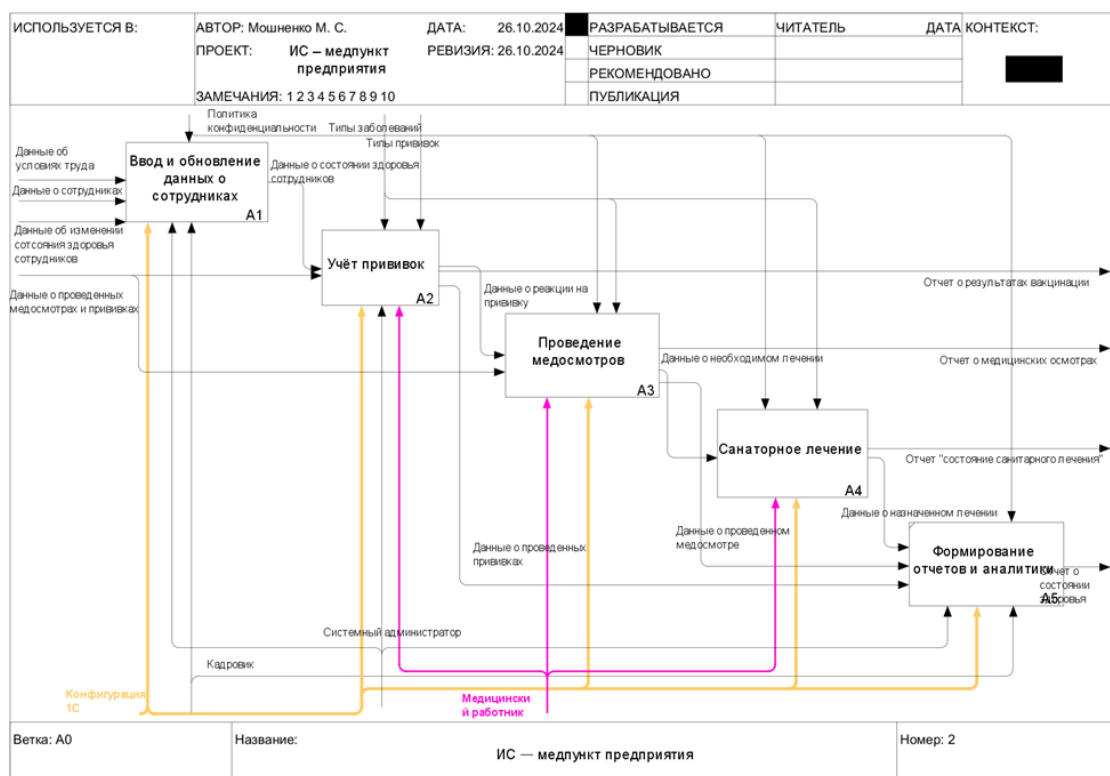


Рис. 2. Декомпозиция диаграммы A0

Отчет в виде ТЗ также содержит необходимые для разработки:

1. Объекты конфигурации.
 - 1.1. Подсистемы.
 - 1.2. Справочники.
 - 1.3. Документы.
 - 1.4. Регистры сведений.
 - 1.5. Перечисления.
 - 1.6. Общие модули.
 - 1.7. Отчеты.
2. Роли пользователей.
3. Ограничения и системные требования.

Заключение

При проверке полученного отчета студенты показывают знание стандартов и современных методик проектирования, выступают перед приглашенным внешним экспертом с обоснованием необходимости разработки. В следующем семестре на основе полученного ТЗ другим студентом будет проведена разработка конфигурации, которая может быть реализована в форме студенческого стартапа или представлена для анализа экспертному сообществу.

Построенная таким образом методика позволяет решить поставленные задачи и сформировать весь необходимый набор профессиональных компетенций, который можно реализовать на примере дальнейшего исследования в форме курсовой или дипломной работы.

Библиографические ссылки

1. Local Learning Ecosystems: Emerging Models / V. Hannon, L. Thomas, S. Ward, T. Beresford. World Innovation Summit for Education (WISE) report 2019. 107 p. URL: https://www.wise-qatar.org/app/uploads/2019/05/wise_report-rr.1.2019-web.pdf (дата обращения 07.02.2025).

2. ГОСТ 34.602-2020 Информационные технологии (ИТ). Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы (с Поправками). М.: ФГБУ "РСТ", 2022, дата редакции 01 июля 2023.

3. 1С:Предприятие 8. Система стандартов и методик разработки конфигураций. <https://its.1c.ru/db/v8std> (дата обращения 07.02.2025).

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ КОНФИГУРАЦИИ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ «ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА»

Н. А. Ковалева

*Московский педагогический государственный университет, Россия, Москва,
na.kovaleva1@mpgu.su*

В статье рассказывается о применении авторской методики разработки программного обеспечения в процессе исследования цифрового двойника реального объекта. Автором приводится практический пример реальных экономических кейсов и рассмотрены методические подходы, основанные на изучении и учебных материалов фирм-партнеров образовательной программы.

Ключевые слова: цифровой двойник; подготовка бакалавров; методика обучения.

THE METHODOLOGY OF DEVELOPING A DIGITAL TWIN FOR AN ENTERPRISE IN THE CONTEXT OF TRAINING STUDENTS IN THE FIELD OF "APPLIED INFORMATICS".

N. A. Kovaleva

Moscow pedagogical state university, Russia, Moscow, na.kovaleva1@mpgu.su

The article describes the application of the author's software development methodology in the process of studying the digital twin of a real object. The author provides a practical example of real economic cases and considers methodological approaches based on the study and educational materials of partner companies of the educational program.

Keywords: digital twin; bachelor's degree education; teaching methods.

Введение

Для подготовки будущего специалиста в любой области важно изучение стандартов и прикладных кейсов, которые необходимо использовать при решении профессиональных задач. В институте математики и информатики МПГУ накопленный опыт обучения позволил сделать вывод, что без сопровождения программы обучения материалами со стороны компании-разработчика очень сложен. Именно такие прикладные задания

помогут формировать профессиональные компетенции будущих специалистов и позволяют студентам изучить процессы реального предприятия. Самым перспективным видится создание цифровых двойников объектов разного рода предприятий и организаций для выявления путей и средств автоматизации.

Методология исследования

При реализации обучения бакалавров ИТ-направлений в институте математики и информатики МПГУ накоплен большой опыт взаимодействия с корпоративными академиями и центрами компетенций компаний ИТ-рынка. Созданные компаниями система собственных платформенных решений, отраслевых продуктов и цифровых сервисов, а также реализуемая на высоком уровне методическая поддержка разработок позволяют широко использовать весь комплекс цифровых разработок для целенаправленного обучения студентов по ИТ-направлениям подготовки.

Предлагаемая методика вовлечения студентов в процесс работы над цифровым двойником включает в себя следующие этапы (на примере взаимодействия с фирмой «1С»:

- Изучение собственных стандартов разработки и внутренних требований по материалам фирмы.
- Участие в вебинарах и изучение курсов Центра онлайн-обучения 1С:Рарус.[1]
- Использование опыта разработок (методические пособия и кейсы на сервисе 1С:ИТС).[2]
- Исследование актуальности разработки и предметной области (индивидуально по выбранным темам с привлечением компаний-партнеров и баз практик).
- Разработка учебного модуля, информационной системы на платформе «1С: Предприятие 8.3. Версия для обучения программированию» (итоговая работа студентов по учебной дисциплине).

Итоговым результатом для оценки качества компетенций является разработанная студентом собственная конфигурация виртуального предприятия-цифрового двойника.

Результаты и их обсуждение

В качестве примера реализации методики рассмотрим процесс исследования цифрового двойника и полученную конфигурацию «Мониторинг усвоения образовательной программы дополнительного образования». Актуальность такого решения в том, что в дополнительном образовании

нет единых стандартов диагностики освоения образовательных программ, каждый педагог разрабатывает свой пакет диагностических методик, отражающих ее цели и задачи. Для создания и поддержки коллабораций в процессе разработки к анализу предметной области привлекались студенты педагогических направлений и специалисты, работающие в системе дополнительного образования.

Цель - автоматизация контроля учебного процесса и усвоения образовательных программ. Сотрудники образовательной организации получают инструменты для анализа усвоения программ обучающимися, обеспечение контроля посещаемости и выполнения заданий, поддержку стандартизации и повышения качества оценки знаний.

Конфигурация является актуальной, т.к. современные решения для дополнительного образования, организации кружковой работы имеют ограниченный функционал. Поэтому предлагается дополнить следующими отчетами: получение сводной таблицы по каждому обучающемуся с указанием выполненных заданий и уровнем освоения тем, получение отчета об усвоении образовательной программы, с группировкой по курсам и группам с разделением обучающихся по уровням: высокое 8-10, среднее 5-7, низкое 0-4 (по 10 балльной системе).[3]

На основе изучения материала была получена информационная модель, которая представлена в нотации DFD на рис.1. [4,5].

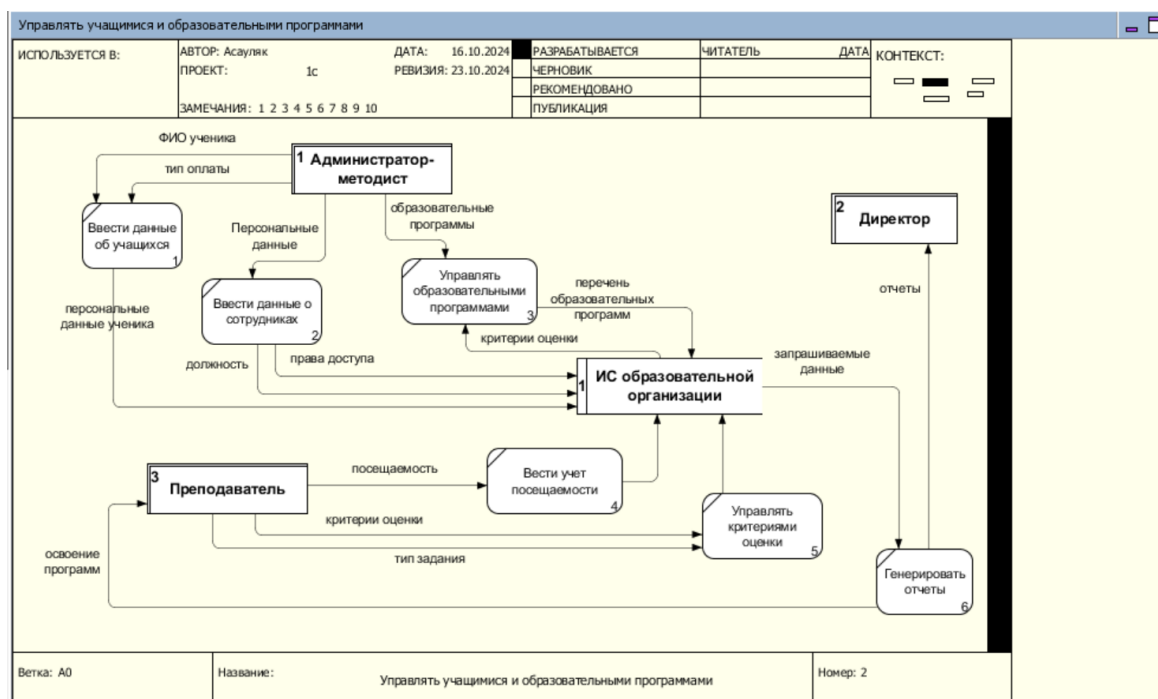


Рис. 1. Пример информационной модели в нотации DFD

Критериями оценки достижения целей создания модуля «Мониторинг усвоения образовательной программы дополнительного образования» являются:

- полнота и актуальность данных;
- доступность аналитической отчетности;
- эффективность контроля посещаемости и выполнения заданий.

Используя «1С: Предприятие 8.3. Версия для обучения программированию» в режиме конфигуратора студентами создаются объекты конфигурации (рис.2).

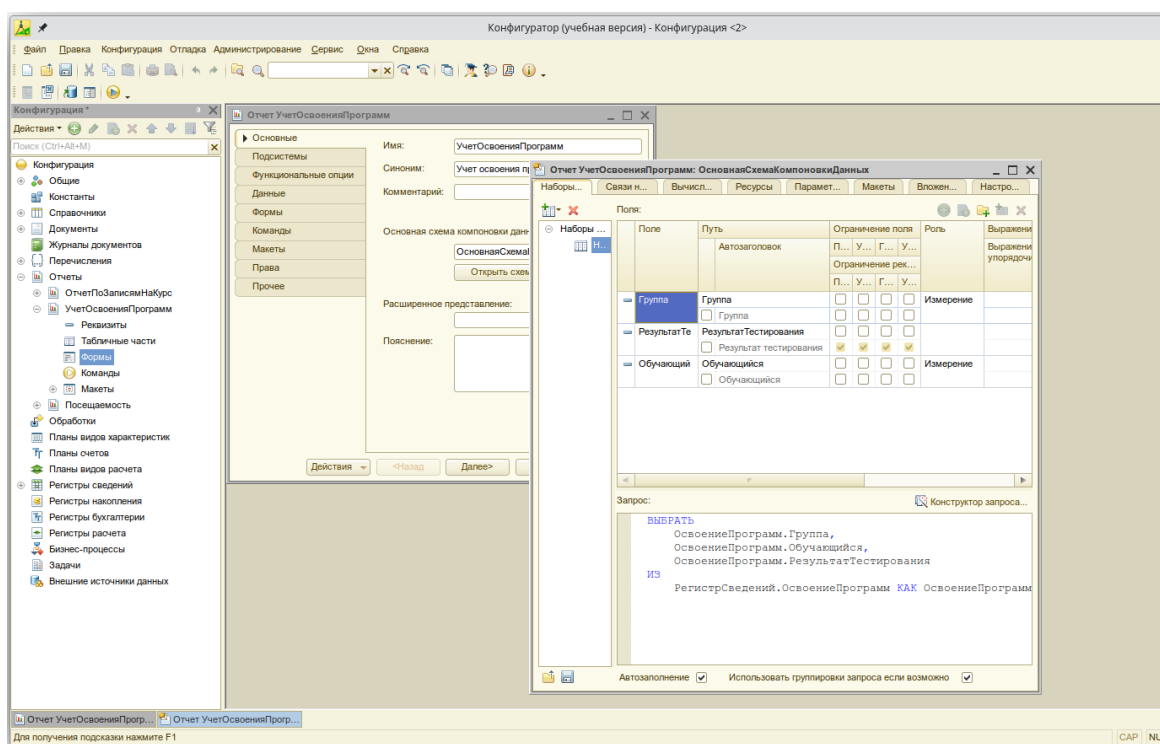


Рис. 2. Пример создания отчета в режиме конфигуратора

На рисунке 3 приведен пример отчета, который можно сформировать в полученной конфигурации. Красным выделяются строки с обучающимися, не набравшими минимальный балл по результатам промежуточного тестирования. Отчет формируется на основании документа «Учет освоения программ».

Заключение

Анализ эксперимента по использованию предложенной методики позволяет утверждать, что внедрение такого подхода дает возможность углубленного изучения бизнес-процессов организации. Интеграция методических материалов и примеров программных решений позволяет

наглядно моделировать цифрового двойника предприятия, изучить возможности его автоматизации и показать будущую профессиональную деятельность ИТ-специалиста студентам.

Группа	Обучающийся	Результат тестирования
группа 74	Лед Алла Петровна	8
группа 74	Ен Дмитрий Викторович	8
группа 74	Шмидт Петр Александрович	2
Итого		6

Рис. 3. Отчет «Учет освоения программ»

Библиографические ссылки

1. Центр онлайн обучения 1С:Парус. URL: <https://learn.rarus.ru/> (дата обращения 20.02.2025).
2. Обзор сервисов 1С:ИТС. [Электронный ресурс] URL: <https://its.1c.ru/db/v8std> (дата обращения 30.01.2025).
3. Ковалев Е.Е., Ковалева Н.А. Формирование профессиональных компетенций бакалавров направления «Прикладная информатика» при реализации дистанционного обучения с использованием программных разработок на платформе «1С:Предприятие». Информатика и образование. 2021. № 2 (321). С. 55-61.
4. Ковалев Е.Е. Из опыта интеграции учебных мероприятий фирмы «1С» и образовательных программ по ИТ-направлениям. В сборнике: Новые информационные технологии в образовании. Сборник научных трудов XXIV Международной научно-практической конференции. Москва, 2024. С. 66-68.
5. Ковалева Н.А. Реализация учебной практики по информационным технологиям в экономике для студентов педагогического университета (Направление «Информатика и экономика»). В сборнике: Новые информационные технологии в образовании. Сборник научных трудов XXIV Международной научно-практической конференции. Москва, 2024. С. 156-158.

АЛГОРИТМЫ, ИНСТРУМЕНТЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ВЕКТОРНЫХ И СКАЛЯРНЫХ ЦИФРОВЫХ ПОЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЛН ЦУНАМИ

В. Д. Козлов

Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск, kozlovvladyt@mail.ru

В работе приведены инструменты Wolfram Language для решения описывающих процесс цунами уравнений в частных производных. Обсуждаются полученные в вычислительных экспериментах результаты моделирования, варианты визуализации решений. Описаны особенности применения функций графики системы Wolfram Mathematica для интерактивной визуализации с анимацией динамики волн цунами, получаемых численных решений уравнений модели, векторных и скалярных цифровых полей.

Ключевые слова: Wolfram Mathematica; визуализация; векторные поля; скалярные поля; цунами; уравнение в частных производных.

ALGORITHMS, TOOLS FOR FORMATION AND VISUALIZATION OF VECTOR AND SCALAR DIGITAL FIELDS BASED ON THE EXAMPLE OF TSUNAMI WAVE MODELING

V. D. Kozlov

Belarusian State University, Belarus, Minsk, kozlovvladyt@mail.ru

The paper presents Wolfram Language tools for solving partial differential equations that describe the tsunami process. It discusses the results obtained in computational experiments on tsunami modeling, as well as different approaches to visualizing these solutions. The features of using Wolfram Mathematica's graphics functions for interactive visualization with animation of tsunami wave dynamics are described, including numerical solutions of the model equations, as well as vector and scalar digital fields.

Keywords: Wolfram Mathematica; visualization; vector fields; scalar fields; tsunami; partial differential equations.

Введение

Цунами – мощные природные явления, угрожающие как прибрежным, так и внутренним территориям. Моделирование волн является ключевой задачей для оценки ущерба, разработки систем раннего оповещения

и защиты населения, поскольку оно позволяет глубже понять динамику и предсказать дальнейшее развитие.

Одной из главных сложностей остаётся точное прогнозирование поведения цунами и моделирование распространения волн с учетом особенностей морского дна и океанических условий.

Процессы, сопровождающие возникновение цунами, описываются дифференциальными уравнениями в частных производных, и для их достоверного моделирования требуются алгоритмы, способные обеспечить высокую точность решения и качественную визуализацию цифровых полей.

Методология исследования

Цель исследования – выбор и применение инструментов Wolfram Mathematica решения дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих распространение волн цунами, реализация различных вариантов визуализации векторных и скалярных полей.

Уравнения мелкой воды запишем в следующем виде [1]:

$$\frac{1}{R \cos(\phi)} \left(\frac{\partial(u(\lambda, \phi, t)(h(\lambda, \phi, t) - b(\lambda, \phi)))}{\partial \lambda} + \frac{\partial(\cos(\phi)v(\lambda, \phi, t)(h(\lambda, \phi, t) - b(\lambda, \phi)))}{\partial \phi} \right) + \frac{\partial h(\lambda, \phi, t)}{\partial t} = 0, (1.1)$$

$$\frac{1}{R \cos(\phi)} \left(g \frac{\partial h(\lambda, \phi, t)}{\partial \lambda} + u(\lambda, \phi, t) \frac{\partial u(\lambda, \phi, t)}{\partial \lambda} \right) + \frac{v(\lambda, \phi, t)}{R} \frac{\partial u(\lambda, \phi, t)}{\partial \phi} + \frac{\partial u(\lambda, \phi, t)}{\partial t} = f v(\lambda, \phi, t), (1.2)$$

$$\frac{u(\lambda, \phi, t)}{R \cos(\phi)} \frac{\partial v(\lambda, \phi, t)}{\partial \lambda} + \frac{1}{R} \left(g \frac{\partial h(\lambda, \phi, t)}{\partial \phi} + v(\lambda, \phi, t) \frac{\partial v(\lambda, \phi, t)}{\partial \phi} \right) + \frac{\partial v(\lambda, \phi, t)}{\partial t} = -f u(\lambda, \phi, t), (1.3)$$

где $h(\lambda, \phi, t)$ – высота воды в точке (λ, ϕ) и времени t , $u(\lambda, \phi, t)$ – горизонтальная скорость воды в направлении долготы в точке (λ, ϕ) и времени t , $v(\lambda, \phi, t)$ – горизонтальная скорость воды в направлении широты в точке (λ, ϕ) и времени t , $b(\lambda, \phi)$ – высота рельефа дна, R – радиус Земли, g – ускорение свободного падения, f – некоторый параметр.

Для решения дифференциальных уравнений (1) – (3) будем использовать функцию DSolve, настроенную на метод линий, позволяющую представить исходные уравнения в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений, для упрощения решения задачи и повышения точности [2, 3]. Так же будем использовать метод Адамса для численного интегрирования, обеспечивая требуемую точность при решении обыкновенных дифференциальных уравнений.

Визуализацию полученного решения будем осуществлять с использованием инструментов Wolfram Mathematica, что позволит наглядно представить результаты моделирования.

Результаты

Для анализа динамики поверхности воды при распространении волн цунами использована анимация на основе Plot3D [4], визуализирующая изменение формы волны во времени. На рис. 1 показаны изменения поверхности воды по времени t , отражающие эволюцию волны и её амплитудные характеристики.

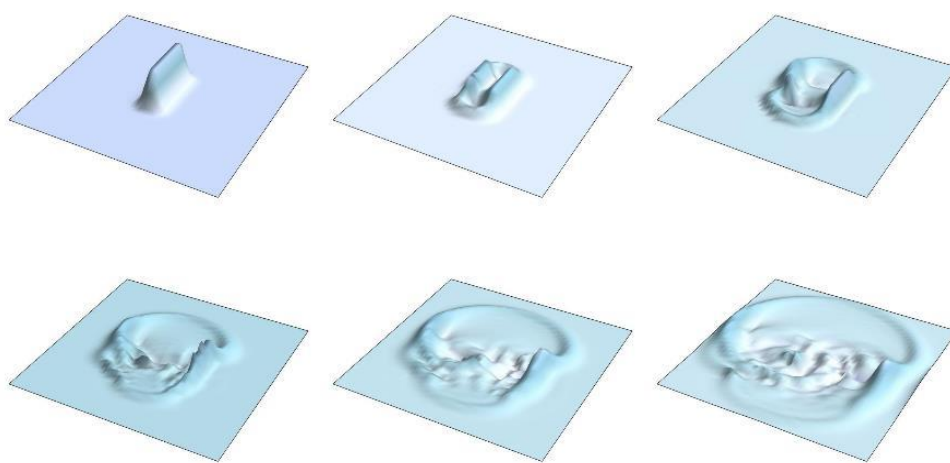


Рис. 1. 3D визуализация поверхности цунами в моменты времени $t=1; 4; 7; 12; 16$ и 20 с

Для анализа динамики волн воды было построено векторное поле, отражающее горизонтальные компоненты скорости в каждой точке пространства. На рис. 2 представлено векторное поле скорости воды [5], которое демонстрирует направления движения и интенсивность потоков вдоль поверхности, то есть показывает горизонтальные проекции полного вектора скорости.

На рис. 3 представлены линии тока, иллюстрирующие распределение векторного поля скорости воды в различные моменты времени. График позволяет визуально оценить направление и интенсивность течений, возникающих в процессе моделирования цунами.

Так же в докладе будут приведены и объяснены особенности потокового плотностного графика.

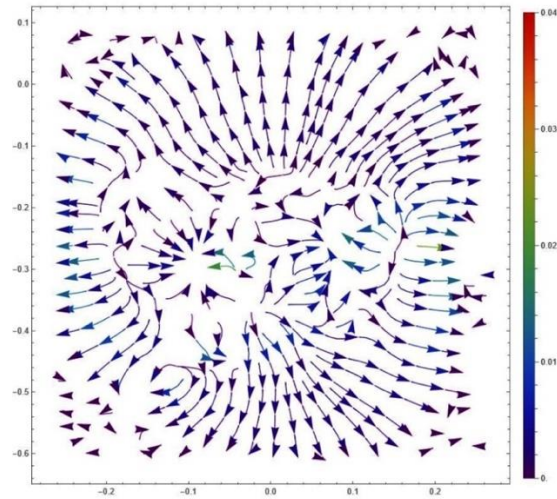


Рис. 2. Векторное поле касательных проекций скорости воды вдоль поверхности

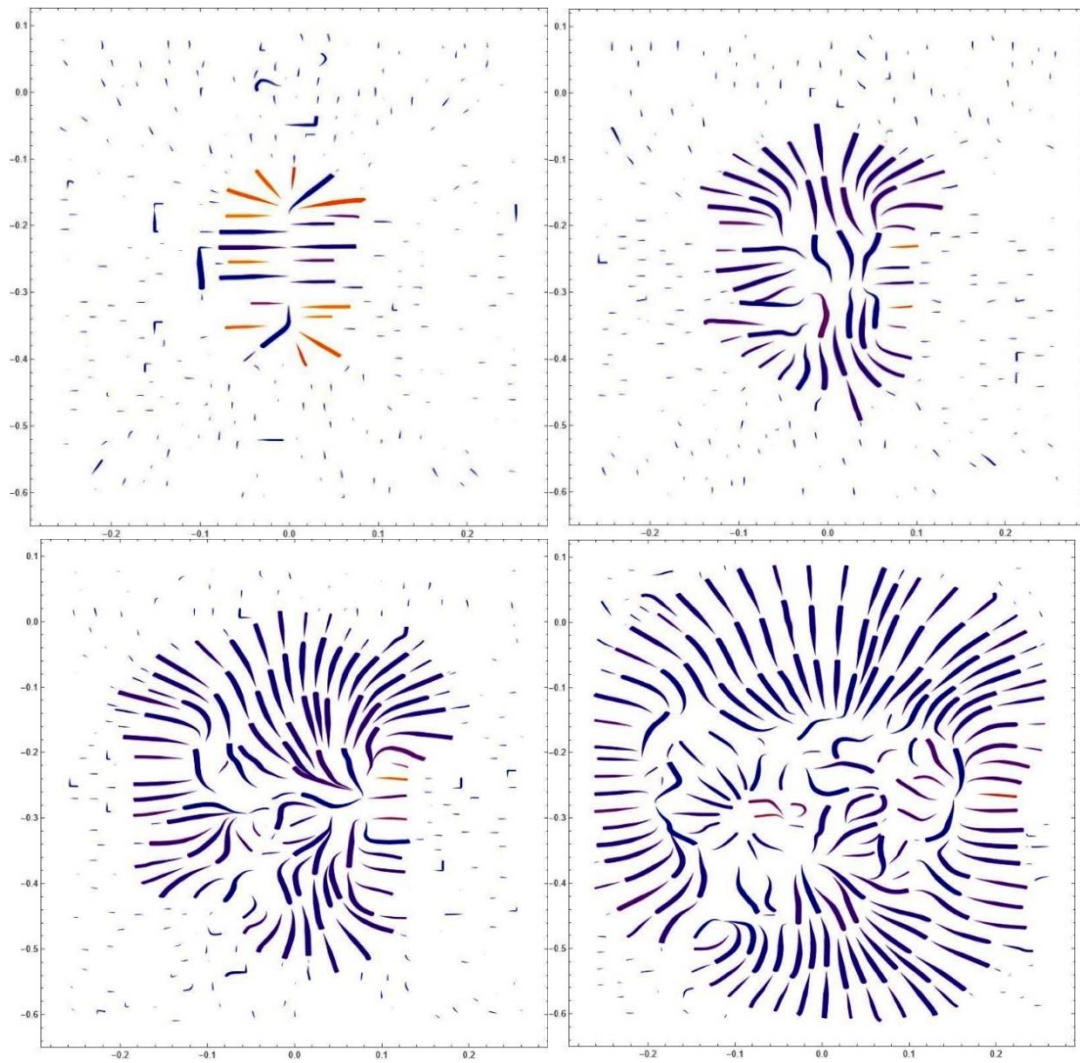


Рис. 3. Динамика потоковых линий скорости в моменты времени $t=1; 7; 12$ и 20 с

Моделирование цунами в Wolfram Mathematica подтвердило эффективность математических методов в анализе динамики волн. Решение дифференциальных уравнений с помощью DSolve и визуализация потоковых графиков позволили выявить характер изменений поля скоростей. Результаты демонстрируют сложность нелинейных процессов цунами. Эти модели полезны для прогнозирования последствий и разработки стратегий минимизации ущерба, показывая важность математического подхода в изучении природных катастроф.

Библиографические ссылки

1. *Пелиновский Е. Н.* Гидродинамика воли цунами / ИПФ РАН. Нижний Новгород, 1996. 275 с.
2. DSolve Overview [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://reference.wolfram.com/language/tutorial/DSolveOverview.html>. Дата доступа: 04.04.2025.
3. Symbolic Solutions of PDEs [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://reference.wolfram.com/language/tutorial/SymbolicSolutionsOfPDEs.html>. Дата доступа: 04.04.2025.
4. Function Visualization [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://reference.wolfram.com/language/guide/FunctionVisualization.html>. Дата доступа: 04.04.2025.
5. Vector Visualization [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://reference.wolfram.com/language/guide/VectorVisualization.html>. Дата доступа: 04.04.2025.

НЕПРЕРЫВНОЕ ОБУЧЕНИЕ ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИКЕ

О. М. Корчажкина

*Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»
Российской академии наук, Россия, Москва, olgakomax@gmail.com*

В статье обсуждается проблема непрерывного обучения дискретной математике начиная со старшей ступени среднего общего образования, что способствует более плавному переходу от школьных к вузовским программам по математике в условиях цифровизации. Рассматривается содержание некоторых разделов дискретной математики, которое целесообразно расширить на уровне профильного обучения в старших классах средней школы в связи с необходимостью формирования у учащихся соответствующих навыков при освоении информатики как по программе средней школы, так и в дальнейшем по программам вузовского образования.

Ключевые слова: непрерывное обучение; дискретная математика; информатизация образования; содержание обучения математике и информатике

CONTINUOUS LEARNING OF DISCRETE MATHEMATICS

O. M. Korchazhkina

*Federal Research Centre “Computer Science and Control” of the Russian Academy
of Sciences, Russia, Moscow, olgakomax@gmail.com*

The article discusses the problem of continuous learning of discrete mathematics starting from the senior stage of secondary general education, which contributes to a smoother transition from school programs on mathematics to university ones in the context of digitalization. The paper also considers the content of some sections of discrete mathematics, which is advisable to expand at the level of specialized education in high school due to the need for students to develop appropriate skills in mastering computer science both in the secondary school program and in the further university education programs.

Keywords: continuous learning; discrete mathematics; informatization of education; content of teaching mathematics and computer science

Введение

Обучение дискретной математике, в частности, комбинаторике, теории графов, теории множеств и дискретному математическому моделированию, приобретает в условиях цифровизации особое значение, поскольку именно дискретная математика является теоретической базой информатики как научной и прикладной дисциплины (даже базовые понятия информатики «0» и «1» – это простейшие элементы дискретной математики).

Поэтому необходима более тесная корреляция содержания образования по углублённой математике и углублённой информатике на уровне средней школы. С одной стороны, это послужит пониманию выпускниками средней школы целостности математики как единой научной дисциплины, «непрерывные и дискретные разделы которой постоянно взаимодействуют между собой, обогащая друг друга. Для создания целостного представления о математике необходимо знакомство со способами этого взаимодействия, сбалансированное изучение методов как непрерывной, так и дискретной математики» [1, с. 63]. С другой стороны, важность изучения дискретной математики, обусловленная бурным развитием приложений к информатике – теории функциональных систем, теории графов, теории автоматов, теории кодирования, комбинаторики, целочисленному программированию – станет осознаваться учащимися, планирующими связать свою жизнь с информатикой и программированием, уже со школьной скамьи.

Хотя существуют отдельные примеры изучения ряда элементов дискретной математики на средней и даже начальной ступени среднего образования (см., например, Таблицы 2 и 3 в [1, с. 97, 101-102]), в современной школе обучают преимущественно компонентам непрерывной математики, а исключение делается только для некоторых самых элементарных разделов теории множеств и комбинаторики на старшей ступени углублённого уровня: частично в курсе «Алгебра и начала математического анализа» [2, с. 22-36] и более полно в курсе «Вероятность и статистика» [2, с. 74-81]. Тогда как глубокое и серьёзное изучение разделов дискретной математики – дискретного анализа, теории чисел, математической логики и теории автоматов – практически полностью относится к программе вузовского обучения, что вполне естественно в силу сложности материала для усвоения школьниками [1, с. 103-111].

Учителя информатики постоянно сталкиваются с проблемой недостаточной подготовки учащихся по математике, и этот разрыв впоследствии сказывается на уровне вузовского образования, что идёт вразрез с принципом преемственности знаний, получаемых учащимися на разных ступенях обучения. Однако основная проблема состоит не столько в «разрыве» между уровнем знаний по дискретной математике между школой и вузом, сколько в «разрыве» между школьной математикой и школьной информатикой.

В августе 1988 года на Шестом Международном конгрессе по математическому образованию в Будапеште Андрей Петрович Ершов так говорил о неразрывной связи математики и информатики: «... весь ход объективного развития науки информатики показывает, что математика была не только материнской наукой для неё, но и сама информатика по мере своего становления и обособления в своих основаниях и методах

неуклонно математизируется. <...> появляется всё больше и больше свидетельств тому, что методы информатики, определённые информационные технологии проникают в глубь математики, влияют не некоторые черты стиля, техники и содержания математической работы <...> Однако с позиций образования эта связь реализуется лишь в некоторых университетских курсах и тем более ещё далека от школьного образования» [3, с. 347, 351].

К сожалению, за сорокалетний период введения школьной информатики картина связи математики и информатики в среднем образовании существенным образом не изменилась, тем более что примерно с середины 2000-х годов в развитии школьной информатики наметился отход от содержания и направлений, изначально задуманных А.П. Ершовым.

Корреляция содержательных линий курсов дискретной математики и информатики

Итак, в Федеральную рабочую программу по математике углублённого уровня в редакции 2023 года включены следующие компоненты дискретной математики: в курсе 10 класса – элементы теории графов, логики и комбинаторики, операции над множествами и событиями [2, с. 74-77], а в курсе 11 класса – закон больших чисел, способы представления данных, теория графов [2, с. 78-80].

Если теперь в Федеральной рабочей программе по информатике для 10-11 классов углублённого уровня выделить содержательные блоки, которые требуют знаний по дискретной математике, то мы увидим, что

для 10 класса это подразделы в *Разделе 2. «Теоретические основы информатики»*: 2.2. Основы алгебры логики и 2.3. Компьютерная арифметика; в *Разделе 3. «Алгоритмы и программирование»*: 3.1. Введение в программирование, 3.2. Вспомогательные алгоритмы, 3.3. Численные методы, 3.4. Алгоритмы обработки символьных данных, 3.5. Алгоритмы обработки массивов и в *Разделе 4. «Информационные технологии»*: 4.2. Анализ данных [4, с. 30-39];

для 11 класса это подразделы в *Разделе 1. «Теоретические основы информатики»*: 1.1. Информация и информационные процессы, 1.2. Моделирование; в *Разделе 2. «Алгоритмы и программирование»*: 2.1. Элементы теории алгоритмов, 2.2. Алгоритмы и структуры данных и в *Разделе 3. «Информационные технологии»*: 3.1 Компьютерно-математическое моделирование, 3.2. Базы данных [4, с. 39-49].

Для освоения указанных разделов программы по информатике на углублённом уровне учащиеся должны:

владеть знаниями по дискретной математике: методом математической индукции, представлением действительных чисел с помощью раци-

ональных, числовыми последовательностями и прогрессиями, алгоритмами Евклида и Дейкстры, принципом Дирихле, элементами комбинаторики и математической логики, Булевыми функциями, элементами статистики и кодирования информации, теорией графов, операциями с рекуррентными соотношениями и пр.;

обладать умением решать «вручную» задачи линейного и динамического программирования (многокритериальные и оптимизационные задачи, задачи управления, задачи анализа временных рядов и пр.) – то есть владеть приёмами написания схем и алгоритмов решения задач без привязки к конкретным языкам программирования, рассматривая их содержание с точки зрения чистой математики.

Как видим, знания по дискретной математике требуются учащимся старшей школы при изучении практически всех разделов программы по информатике. В качестве примера приведём тематическое планирование элективного курса по элементам дискретной математики для профильных математических классов средней школы, составленное на основе [5].

Тематическое планирование элективного курса по элементам дискретной математики для профильных математических классов средней школы

п/п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Кол-во час.	Программное содержание учебного предмета
10 класс (1 акад. час/нед)			
Раздел 1. Теория множеств			
1.1	Задание множества. Операции над множествами	5	Определения. Задание множества. Операции над множествами (объединение, пересечение, разность, дополнение). Диаграммы Эйлера-Венна, булева алгебра и её законы
1.2	Бинарные отношения	4	Определения. Бинарные отношения (эквивалентности, произведения, обратные, частичного порядка). Функции как бинарные отношения
1.3	Мощность множества	4	Счётные множества и их свойства. Множество мощности «континуум»
Раздел 2. Комбинаторика-1			
п/п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Кол-во час.	Программное содержание учебного предмета
2.1	Основные принципы комбинаторики	5	Принципы умножения и сложения.
2.2	Перестановки, сочетания, размещения	5	Перестановки, сочетания, размещения. Основные перечислительные комбинаторные формулы
2.3	Перестановки с повторениями	5	Определение, формулы и примеры

п/п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Кол-вочас.	Программное содержание учебного предмета
2.4	Сочетания с повторениями	5	Определение, формулы и примеры
2.5	Формула включений и исключений	5	Иллюстрации, формулы и примеры
ИТОГО за 10 класс 38 акад. час.			
11 класс (1 акад. час/нед)			
Раздел 3. Комбинаторика-2 (окончание)			
3.1	Бином Ньютона. Полиномиальная теорема	4	Бином Ньютона и полиномиальная формула. Комбинаторные тождества
3.2	Рекуррентные соотношения. Производящие функции	3	Понятие рекуррентного соотношения. Общие и частные решения. Линейные соотношения. Числа Фибоначчи.
Раздел 4. Теория графов			
4.1	Общие понятия. Способы задания графа	4	Типы графов и подграфов. Виды рёбер и вершин графа. Г-соответствие и обратное соответствие. Матрицы смежности и инцидентности графа
4.2	Связность графа	4	Множества/матрица достижимостей и контрадостижимостей. Граф-конденсация
4.3	Независимые и доминирующие множества	4	Определения и примеры множеств. Задача о наименьшем покрытии
4.4	Деревья	5	Остовное, ориентированное, неориентированное дерево. Помеченные вершины. Цикломатические и коцикломатические числа графа. Алгоритм Краскала
4.5	Эйлеровы и гамильтоновы графы	4	Эйлеров цикл, эйлерова цепь. Теорема Эйлера. Гамильтонов цикл, гамильтонова цепь. Рёберный граф.
4.6	Плоские графы. Раскраска графа	4	Правильный плоский граф. Графы Куратовского. Критерий планарности графа. Хроматическое число графа
4.7	Алгоритмические задачи на графах и их компьютерная реализация	6	Мультимножества, ранг вершины. Алгоритмы Флёри, Форда, Дейкстры.
ИТОГО за 11 класс 38 акад. час.			
ВСЕГО за курс 76 акад. час.			

Основным видом учебной деятельности в теоретической части программы является усвоение определений, законов и доказательство теорем; а в практической части программы – решение задач по тематике занятий.

Заключение

Необходимость корреляции содержательных линий в программах углублённого изучения математики и информатики обусловлена возрастанием роли и объёма задач оптимизации и управления информационными процессами в различных отраслях экономики. Однако это не значит, что нужно коренным образом пересмотреть содержание математической подготовки школьников с целью её полного подчинения задачам обучения информатике. Тем не менее, корректировка программы по математике углублённого уровня для 10-11 классов за счёт усиления разделов дискретной математики сделает интеграцию предметных областей «Математика» и «Информатика» более реальной, что послужит наилучшим доказательством практического потенциала обеих дисциплин.

Библиографические ссылки

1. *Мельников О.И.* Обучение дискретной математике / М.: Издательство ЛКИ, 2008. 224 с.
2. Федеральная рабочая программа среднего общего образования. Математика (углублённый уровень) (для 10–11 классов образовательных организаций). М.: Институт стратегии развития образования, 2023. 81 с.
3. *Ершов А.П.* Компьютеризация школы и математическое образование // Избранные труды. Новосибирск: ВО «Наука», СИФ, 1994. 416 с. С. 347-370.
4. Федеральная рабочая программа среднего общего образования. Информатика (углублённый уровень) (для 10–11 классов образовательных организаций). М.: Институт стратегии развития образования, 2023. 52 с.
5. *Ицков А.Г.* Элементы дискретной математики. Теория множеств, комбинаторика, теория графов: учебное пособие / М.; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2023. 160 с.

**ТРЕБОВАНИЯ К БИЛИНГВАЛЬНОМУ ОБУЧЕНИЮ СТУДЕНТОВ
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ И ИТ НАПРАВЛЕНИЙ
ТУВИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
РЕСПУБЛИКИ ТЫВА**

Д. О. Куулар¹⁾, Н. И. Пак²⁾

¹⁾Тувинский государственный университет, Россия, Кызыл, susanasaidana@mail.ru

²⁾Красноярский государственный педагогический университет им. Б.П. Астафьева, Россия, Красноярск, nik@kspu.ru

Рассмотрены проблемы потребности в билингвальном образовании студентов Тувинского государственного университета республики Тыва и целесообразности включения в подготовку билингвальных средств и методов обучения, удовлетворяющих требованиям, связанных с ментальными особенностями билингвального мышления, а также определены требования к средствам и методам билингвального обучения.

Ключевые слова: ментальные особенности; билингвальное мышление; билингвальное обучение; билингвальные средства и методы обучения; потребность в билингвальном образовании.

**REQUIREMENTS FOR BILINGUAL EDUCATION OF STUDENTS OF
PHYSICS, MATHEMATICS AND IT FIELDS OF TUVA STATE
UNIVERSITY OF THE REPUBLIC OF TUVA**

D. O. Kuular¹⁾, N. I. Pak²⁾

¹⁾Tuvan State University, Russia, Kyzyl, susanasaidana@mail.ru

²⁾Krasnoyarsk State Pedagogical University named after B.P. Astafiev, Russia, Krasnoyarsk, nik@kspu.ru

The problems of the need for bilingual education of students of Tuvan State University of the Republic of Tuva and the expediency of including bilingual teaching tools and methods in the training that meet the requirements related to the mental characteristics of bilingual thinking are considered, and the requirements for the means and methods of bilingual education are determined.

Keywords: mental features; bilingual thinking; bilingual learning; bilingual teaching tools and methods; the need for bilingual education.

Введение

В России проживают люди разных национальностей и религий, предпочитающих мыслить и общаться на двух языках – родном (по национальности) и государственном (русском). Билингвальность, как ментальность

людей, проживающих в национальных регионах, играет чрезвычайную социально-экономическую роль в развитии общества [1].

В этой связи возникает проблема сохранения, формирования и развития билингвальных способностей человека, желающего иметь два родных языка. Безусловно, на билингвальность человека существенным образом влияют семейные языковые коммуникации и образование [2].

В последнее время все чаще начинают обращать внимание на образовательную среду, в которой формируются зачатки билингвального образования, становление и развитие которого потребуют серьезных усилий по разработке образовательных программ, средств и методов билингвального обучения в школе и вузе.

Особый интерес представляет концептуальное переосмысление направлений совершенствования системы образования в региональных школах и вузах средствами русского и родного языков.

Современные представления о механизмах мышления подтверждают возможность и необходимость непрерывного и преемственного билингвального обучения в национальных территориях.

Научно-педагогические исследования ученых и практика обучения студентов Тувинского государственного университета указывают на актуальность вопросов, связанных с организацией учебного процесса для билингвальных тувинских студентов, а также на актуальность разработки соответствующих методических подходов и техник, повышающих эффективность образовательного процесса [3].

Методология исследования

Цель работы - изучить потребности в билингвальном образовании студентов Тувинского государственного университета республики Тыва, а также определить требования к средствам и методам билингвального обучения.

Для выявления потребности в билингвальном образовании студентов Тувинского государственного университета республики Тыва и определения научно-методических направлений и разработок билингвального обучения были использованы специально разработанные анкеты для преподавателей, студентов и их родителей.

Анкеты содержали 22 вопросов, имеющих цели выявления степени билингвальности респондентов, выявления потребности в билингвальном образовании и отношения к билингвальному образованию, а также выявления требований к средствам и методам билингвального обучения.

Дискуссия и результаты

В анкетировании респондентами выступили преподаватели, студенты физико-математического факультета ТувГУ и их родители. На вопрос «Как Вы относитесь к двуязычному (билингвальному) образованию?» 70% респондентов ответили, что «необходимо обучение на двух языках», 13,3% ответили «необходимо преподавание отдельных предметов на тувинском языке», 11,7% дали ответ «на двух языках необходимо проводить только внеурочные занятия и внеклассные мероприятия», 5% дали ответ «необходимо только в дошкольных учреждениях и начальных классах». На вопрос «Как Вы считаете, должно ли быть преподавание предметов на двух языках (тувинском и русском) в ОУ нашей республики (учитывая, что тувинский язык наравне с русским является государственным языком в РТ)?» 60% респондентов ответили, что считают необходимым преподавание предметов на двух языках (тувинском и русском) в обязательном порядке. При этом 93% респондентов считают себя билингвами, 69% респондентов мыслят на двух языках, 21% респондентов мыслят на тувинском языке. На вопрос «Как Вы считаете, на каком языке Вы лучше понимаете учебный материал?» 13% респондентов дали ответ «на тувинском языке», 33% респондентов ответили «на русском языке», 26% респондентов ответили «когда объясняют на русском языке потом переводят на тувинский язык», 25% респондентов ответили «на обоих языках». Также респондентам были продемонстрированы 3 варианта билингвального учебника «Информационные технологии», первый вариант с страничным переводом на тувинский язык, второй вариант полностью на тувинском языке, третий вариант с синхронным переводом с русского языка на тувинский. По результатам анкеты респондентам больше понравился третий вариант билингвального учебника, 81% респондентов предпочли билингвальный учебник с синхронным переводом с русского языка на тувинский.

Анализ анкетирования показал, что большинство респондентов являются тувинско-русскими билингвами и нуждаются в билингвальном образовании, потребность обусловлена с ментальными особенностями билингвального мышления.

Заключение

Статистические данные анкетного опроса позволили представить билингвальный портрет жителей республики Тыва в целом, где тувинский язык является родным, а русский язык - государственным и является языком обучения, студенческого контингента ТувГУ, в частности.

Количество билингвалов в республике Тыва - 82 %, среди студентов физико-математического факультета – 99 %. Кол-во опрошенных преподавателей, студентов и родителей, считающих важным билингвальное образование в республике Тыва – 70 %.

Анализ анкетных данных показывает актуальность и необходимость билингвального обучения предметам в школе и вузе. Эту позицию выразила значительная часть респондентов, включающих преподавателей, родителей и студентов.

Таким образом, развитие билингвального обучения при изучении предметов в школе и вузе становится не только возможным, но и необходимым. Актуальными являются вопросы создания билингвальных средств и методов обучения, удовлетворяющих требованиям, связанных с ментальными особенностями билингвального мышления.

Библиографические ссылки

1. *Мкртычева Н.С.* Билингвизм как тенденция развития современного общества / Молодой ученый. 2017. №15 (149). С. 712-714.
2. *Беккер Н.А.* Проблема воспитания в семье ребенка-билингва (русский язык и родной язык) / Молодой ученый. 2025. №13 (564). URL: <https://moluch.ru/archive/564/123648/> (дата доступа 10.03.2025).
3. *Тюлюш М.К., Куулар Д.О.* Обучение основам программирования студентов педагогических направлений подготовки тувинского государственного университета в условиях тувинско-русского двуязычия // Современные проблемы науки и образования. 2025. № 1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=33925> (дата доступа 10.03.2025).

УДК 37:373+378(476)(043.3)

ЭТАПНОСТЬ ПРЕЕМСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В. Л. Лозицкий

Полесский государственный университет, Беларусь, Пинск, bakalaur@yandex.ru

Рассмотрена проблема изучения поэтапного развития информационно-образовательной среды на уровнях общего среднего и высшего образования в Республике Беларусь в условиях реализации положений государственных программ в области компьютеризации, информатизации и цифровизации образовательной сферы. Выделены характеристики и своеобразие каждого их определяемых этапов.

Ключевые слова: компьютеризация; информатизация; цифровизация образования; информационно-образовательная среда; преемственность.

STAGES OF THE CONTINUOUS DEVELOPMENT OF THE INFORMATION AND EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF GENERAL SECONDARY AND HIGHER EDUCATION IN THE REPUBLIC OF BELARUS

V. L. Lozitsky

Polesky State University, Belarus, Pinsk, bakalaur@yandex.ru

The problem of studying the phased development of the information and educational environment at the levels of general secondary and higher education in the Republic of Belarus in the context of the implementation of the provisions of state programs in the field of computerization, informatization and digitalization of the educational sphere was considered. Characteristics and peculiarities of each defined stage are highlighted.

Keywords: computerization; informatization; digitalization of education; information and educational environment; continuity.

Введение

В условиях реализации положений Концепции цифровой трансформации процессов в системе образования Республики Беларусь на 2019–2025 годы [1] актуальным направлением научных исследований является

изучение вопросов обеспечения преемственности информационно-образовательной среды (ИОС) на уровнях общего среднего и высшего образования. Одной из задач научного поиска является исследование этапов развития создаваемой на информационно-коммуникационной технологической основе полифункциональной системно-средовой организации взаимодействия субъектов образовательной деятельности. Важность данной задачи целесообразно выделять во взаимосвязи с осуществляемыми процессами цифровизации, отображающими одну из глобальных тенденций развития современного образования.

Хронологическое и содержательное выделение этапов целесообразно осуществлять через анализ массива источников [2]. В качестве таковых выступает нормативно-правовая документация в сфере информационного права. Анализ законодательных актов, указов Президента, постановлений правительства, государственных программ, стратегий, концепций и т. д. является методологическим основанием содержательной характеристики отмечаемых направлений, которые могут определяться в качестве рубежных этапов процессов компьютеризации, информатизации и цифровизации образовательной сферы в Республике Беларусь. Выделение их в хронологической последовательности опирается на аналитику качественных системно-средовых изменений, осуществленных при реализации мероприятий соответствующих государственных программ.

Результаты и их обсуждение

Стартовые позиции развития системы образования Республики Беларусь в сфере применения информационно-коммуникационных технологий с начала 1990-х годов опирались на практически пятилетний опыт оснащения компьютерами и оргтехникой учреждений образования. Важен был начальный опыт организации обучения по учебному предмету «Основы информатики и вычислительной техники» в совокупности с начавшейся подготовкой квалифицированных педагогических кадров. В сфере образования закладывался обеспечивающий материально-технический и кадровый базис. Данная тенденция реализовывалась на первом этапе процессуального развития компьютеризации в Республике Беларусь. В своем содержательном наполнении данный этап связан с осуществлением мероприятий Программы информатизации на 1991—1995 годы и на период до 2000 года, принятой Правительством Республики Беларусь 27 ноября 1991 года [2, с. 5]. В этот период происходит формирование и начальное развитие информационной инфраструктуры, компьютеризация учреждений образования с постепенным насыщением классов комплектами персональ-

ных компьютеров, оснащением линиями коммуникаций и началом разработок информационных ресурсов учебного назначения. К 2001 году 76,4 % учреждений общего среднего образования в Республике Беларусь были оснащены компьютерными классами. В публикациях теоретико-методологического содержания наряду с понятием «компьютеризация» во все более широкий оборот входят понятия «информатизация», «информационно-коммуникационные технологии», «информационные ресурсы». В качестве актуальных задач выполнялись: продолжение развертывания подготовки кадрового обеспечения профессиональной деятельности в информационной среде общества; формирование в социуме новой информационной культуры и информационного мировоззрения; фундаментализация образования за счет его все большей ориентации на ИКТ и изучение фундаментальных основ информатики. В сфере научных исследований А.П. Сманцером формулируются идеи концепта преемственности в образовании [3], а в научных и научно-методических изданиях, рецензируемых ВАК Республики Беларусь публикуются исследования вопросов информатизации в образовательной сфере.

Второй этап является содержательно продолжением предыдущего и соотносится хронологически с реализацией мероприятий Государственной программы информатизации Республики Беларусь «Электронная Беларусь» на 2003—2005 годы и на перспективу до 2010 года (утверждена постановлением правительства 27 декабря 2002 года [2, с. 6]). Практические мероприятия подкреплялись научными разработками в определении теоретико-методологических подходов в области исследования процессов информатизации и компьютеризации. На этом этапе в системе образования были осуществлены мероприятия государственной программы «Комплексная информатизация системы образования Республики Беларусь на 2007–2010 годы» и отраслевой программы «Электронный учебник» по разработке электронных образовательных ресурсов (ЭОР) для системы образования Республики Беларусь на 2007–2010 годы. В качестве решаемой приоритетной задачи содержания этапа информатизации определялось научное и учебно-методическое обеспечение данного процесса, его организационное развитие.

Третий этап содержательно связан с реализацией мероприятий долгосрочной стратегии формирования и развития информационного общества в Республике Беларусь (в соответствии с постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 9 августа 2010 года «О стратегии развития информационного общества в Республике Беларусь на период до 2015 года и плане первоочередных мер по реализации стратегии развития информационного общества в Республике Беларусь на 2010 год» [2, с. 7]). В качестве концептуального направления становления информационного

общества было определено электронное обучение, а приоритетными задачами выделены: 1) создание национальной системы (ЭОР) по основным отраслям знаний; 2) совершенствование инфраструктуры доступа к национальным и мировым образовательным ресурсам; 3) завершение создания информационной среды системы образования Республики Беларусь, призванной обеспечить информационно-коммуникационное взаимодействие всех субъектов системы образования и формирование единой системы ЭОР. На реализацию намеченных в стратегии направлений была направлена Национальная программа ускоренного развития услуг в сфере информационно-коммуникационных технологий на 2011—2015 годы. Осуществление мероприятий информатизации было подкреплено принятием «Концепции информатизации системы образования Республики Беларусь на период до 2020 года». Появление данного документа было обусловлено необходимостью модернизации сферы образования в условиях глобализации процесса информатизации и развертывания перехода к мобильному обучению на основе широкого использования облачных технологий. Наряду с продолжением компьютеризации в условиях развития инфраструктуры учреждения образования обеспечивались широкополосным доступом к сети Интернет. Министерство образования Республики Беларусь в 2009—2011 годах впервые к началу учебного года опубликовало инструктивно-методические письма по использованию электронных средств обучения и ИКТ с соответствующими методическими рекомендациями. В учебном процессе учреждений высшего образования нашли свое применение прошедшие процедуру грифования электронные учебно-методические комплексы (ЭУМК). В рамках данного этапа в 2012 году в Национальном институте образования (НИО) были созданы временные научные коллективы по разработке теоретико-методологического обоснования и практическому созданию ЭОР по учебным предметам для учреждений общего среднего образования в условиях пролонгирования реализации программы «Электронный учебник». Одним из результатов деятельности ученых-методистов стало создание комплекса ЭОР, ставшего базовым основанием единого информационно-образовательного ресурса, определяемого в качестве компонента учебно-методического обеспечения общего среднего образования. Были продолжены теоретико-методологические разработки обоснования информационно-технологического обеспечения учебного процесса на уровне общего среднего образования. В 2015 году в НИО была подготовлена и защищена кандидатская диссертация В.З. Сулейманова, посвященная обоснованию организационно-педагогических условий развития информационно-образовательной среды учреждения общего среднего образования [4].

Четвертый этап содержательно связан с Государственной программой развития цифровой экономики и информационного общества на 2016—2020 годы [2, с. 8]. Положения программы перекликались с идеями Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года (в разделе 4.4 «Образование для устойчивого развития»). В продолжение существующей практики Министерством образования Республики Беларусь к началу учебного года разрабатываются инструктивно-методические письма (например, Инструктивно-методическое письмо «Об использовании современных информационных технологий в учреждениях общего среднего образования в 2015/2016 учебном году»).

Реализуемый в настоящее время пятый этап в своем содержании и процессуальном своеобразии связан в основном с принятием и претворением в жизнь положений «Концепции цифровой трансформации процессов в системе образования Республики Беларусь на 2019—2025 годы» [1]. Направленность процессов совершенствования системы образования Республики Беларусь отличает развитие цифровых технологий в целях формирования ИТ-общества и конкурентоспособного человеческого потенциала. Осуществлена (в том числе и в рамках региональных программ) разработка механизмов организационного, финансового, информационного, технического, научно-методического обеспечения. В условиях совершенствования правовой базы утверждена новая редакция Кодекса Республики Беларусь об образовании [5]. В рамках этапа цифровизации получают распространение лучшие практики реализации мероприятий Концепции и региональных программ цифровой трансформации процессов в системе образования на основе обобщения и систематизации накопленного в учреждениях образования опыта. Одной из актуальных задач на данном этапе развития является завершение формирования единой Республиканской информационно-образовательной среды (РИОС) и ее образовательного сегмента.

Заключение

Этапность развития ИОС на уровнях общего среднего образования взаимосвязана с реализацией государственной политики по реализации мероприятий компьютеризации, информатизации и цифровой трансформации сферы образования. Выделенные в исследовании этапы развития отражают процессуальное совершенствование системных качеств и полифункциональности ИОС через реализацию обеспечивающих механизмов. Накопление средового потенциала находится во взаимосвязи с совершенствованием нормативно-правовой базы и развитием соответствующего

инструментария в сфере информационного права. Полученные обобщения являются важным элементом исследования проблемы обеспечения преемственности ИОС общего среднего образования в рамках развития процессов цифровой трансформации и их прогнозирования. Данный аспект является значимым с позиций осмысления вызовов, рисков и угроз в условиях формирующегося IT-общества нарождающейся эпохи цифровизации.

Библиографические ссылки

1. Концепция цифровой трансформации процессов в системе образования Республики Беларусь на 2019–2025 годы [Электронный ресурс]. URL: https://drive.google.com/file/d/1T0v7iQqQ9ZoxO2IIwR_OlhqZ3rjKVqY-/view/. (дата доступа 25.03.2025).
2. *Лозицкий В.Л.* От компьютеризации к цифровой трансформации образовательной сферы: этапы реализации государственных программ в Республике Беларусь. Адукацыя і выхаванне. 2023;12(384):4–11.
3. *Сманцер А.П.* Теория и практика реализации преемственности в обучении школьников и студентов. Минск: БГУ; 2011. 289 с.
4. *Сулейманов В. З.* Организационно-педагогические условия развития информационно-образовательной среды учреждения общего среднего образования [диссертация]. Минск: Национальный институт образования; 2015. 149 с.
5. Об изменении Кодекса Республики Беларусь об образовании. Закон Респ. Беларусь от 14 янв. 2022 г. № 154-З / Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=H12200154/> (дата доступа 25.03.2025).

ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕРАКТИВНЫХ ДИДАКТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВАРИАТИВНОСТИ И ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

П. С. Ломаско

*Красноярский государственный педагогический университет
им. В.П. Астафьева, Россия, Красноярск, lomasko@kspu.ru*

В работе рассматриваются возможности интерактивных дидактических средств для обеспечения вариативности и технологичности при обучении прикладным цифровым технологиям будущих (студентов бакалавриата и магистратуры) и работающих педагогов (повышение квалификации). Уточнено понятие интерактивности в образовательном контексте, систематизированы основные типы интерактивных дидактических средств: информационные, базовые, комбинированные, исследовательские и их влияние на обеспечение вариативности и технологичности. Определены дидактические эффекты, которые включают концентрацию внимания, повышение вовлеченности, обеспечение наглядности сложного учебного материала и формирование метакогнитивных навыков.

Ключевые слова: интерактивные дидактические средства; цифровые технологии в образовании; вариативность образовательного процесса; технологичность обучения; смарт-подход; персонификация обучения.

THE POSSIBILITIES OF INTERACTIVE DIDACTIC TOOLS TO ENSURE THE VARIABILITY AND TECHNOLOGICAL EFFECTIVENESS OF THE EDUCATIONAL PROCESS

P. S. Lomasko

*Krasnoyarsk state pedagogical university named after V.P. Astafyev,
Russia, Krasnoyarsk, lomasko@kspu.ru*

The paper considers the possibilities of interactive didactic tools to ensure variability and adaptability in teaching applied digital technologies to future (undergraduate and graduate students) and working teachers (advanced training). The concept of interactivity in the educational context is clarified, the main types of interactive educational tools are systematized: informational, basic, combined, research and their impact on ensuring variability and adaptability. Didactic effects have been identified, which include concentration of attention, increased engagement, ensuring the visibility of complex educational material and the formation of metacognitive skills.

Keywords: interactive didactic tools; digital technologies in education; variability of the educational process; technological learning; smart approach; personification of learning.

Введение

Актуальность исследований в области внедрения интерактивных дидактических средств обусловлена несколькими факторами. Во-первых, требованиями цифровой экономики, предполагающей наличие у специалистов высокого уровня цифровой грамотности и способности работать в постоянно обновляющейся информационной среде. Во-вторых, необходимостью подготовки педагогических кадров, обладающих компетенциями в области использования прикладных цифровых технологий. В-третьих, запросом на персонализацию обучения, адаптивность образовательных траекторий и обеспечение высокой мотивации обучающихся. Проблема исследования интерактивных дидактических средств как инструмента обеспечения вариативности и технологичности образовательного процесса находится на стыке педагогики, информатики и психологии. Она требует комплексного анализа как технических возможностей современных цифровых технологий, так и педагогических условий их эффективного внедрения в образовательный процесс.

Анализ научной литературы показывает, что вопросы использования интерактивных средств обучения активно обсуждаются в научном сообществе. В частности, раскрывают педагогический потенциал сетевых интерактивных средств при обучении информационным технологиям в школе [1], акцентируют внимание на трансформации роли педагога в цифровой образовательной среде [2]. Особую значимость приобретают разработки по типу [3-4], где представлена теоретические основания концепции интерактивности как дидактического свойства цифровых средств обучения. Также некоторые исследования [5] посвящены вопросам понимания различных аспектов взаимодействия обучающихся с интерактивными образовательными средствами и глубиной усвоения учебного материала.

Методология исследования

Методологической основой исследования является интегративный подход, объединяющий положения системного, деятельностного, компетентностного и личностно-ориентированного подходов к организации образовательного процесса. Системный подход позволил рассмотреть интерактивные дидактические средства как элементы целостной образовательной экосистемы. Деятельностный подход обеспечил фокусирование на активной роли обучающегося в процессе освоения цифровых технологий. Компетентностный подход определил ориентацию на формирование практических навыков использования цифровых инструментов в профессиональной деятельности педагога. Личностно-ориентированный подход

обусловил внимание к индивидуальным особенностям и образовательным потребностям каждого обучающегося.

В качестве теоретической основы для анализа уровней интеграции цифровых технологий в образовательный процесс использовалась модель SAMR (Substitution, Augmentation, Modification, Redefinition), предложенная Р. Пуэнтедурой и адаптированная для России в работах А.Ю. Уварова [6]. Данная модель позволяет дифференцировать использование технологий от простой замены традиционных инструментов до трансформации образовательных задач, невозможных без применения цифровых технологий. Для анализа взаимосвязи технологических, педагогических и предметных знаний применялась модель «ТРАСК» [7], которая акцентирует внимание на необходимости интеграции этих трех компонентов для эффективного применения цифровых технологий в обучении.

Цель исследования состоит в теоретическом обосновании возможностей интерактивных дидактических средств для обеспечения вариативности и технологичности образовательного процесса в контексте подготовки будущих и работающих педагогов к использованию цифровых технологий на основе смарт-подхода. Ключевая идея исследования основывается на предположении о том, что интерактивные дидактические средства могут существенно расширить возможности вариативности и технологичности образовательного процесса при соблюдении ряда педагогических условий, включая применение смарт-подхода, ориентированного на персонализацию обучения, адаптивность образовательной среды и интеграцию передовых педагогических технологий.

Результаты и заключение

Теоретическое исследование позволило уточнить понятие интерактивности в образовательном контексте. Интерактивность представляет собой свойство объекта обеспечивать обратную связь на воздействие пользователя. Этимологически термин происходит от английского «interactive» – «взаимодействующий», что отражает его сущностную характеристику как двустороннего процесса коммуникации между человеком и цифровым средством. В педагогическом смысле интерактивность характеризует особенности взаимодействия между субъектами образовательного процесса, в то время как в техническом смысле – определяет возможности взаимодействия с объектами, используемыми в образовательном процессе.

Интерактивные дидактические средства можно определить как объекты, используемые в образовательном процессе в качестве цифровых но-

сителей учебной информации и инструментов осуществления деятельности преподавателя и обучающихся, обеспечивающие многостороннее взаимодействие и обратную связь для достижения планируемых образовательных результатов. Их ключевой характеристикой является способность трансформироваться в зависимости от образовательного запроса, что создает основу для индивидуализации образовательных траекторий. Такие средства предполагают заранее определенный набор действий-реакций, реализуемых посредством интерфейса. Эти реакции могут принимать различные формы: трансформация объектов, навигация по содержанию, вывод информации, ввод данных пользователем. Механизм обратной связи составляет сущностное ядро интерактивности и обеспечивает адаптивность образовательного процесса.



Вариативность образовательного процесса при использовании интерактивных дидактических средств достигается через многообразие форматов представления информации. Изученные и подробно описанные в [8] материалы свидетельствуют о широком спектре возможностей: от текстового и аудиовизуального контента до трехмерных моделей, интерактивных схем, дополненной и виртуальной реальности. Современные образовательные платформы предлагают богатый инструментарий для создания интерактивного контента различных типов: информационные ресурсы (аккордеоны, слайдеры, интерактивные плакаты, ленты времени), базовые элементы (кроссворды, диктанты, игры типа «Парочки», тесты различных

форматов), комбинированные средства (интерактивные книги, презентации с встроенными заданиями). Особую ценность для обучения цифровым технологиям представляют интерактивные средства исследовательского уровня, позволяющие моделировать реальные профессиональные задачи. Виртуальные лаборатории, симуляторы профессиональной деятельности, среды визуального программирования создают безопасное пространство для экспериментирования и формирования практических навыков без риска сбоев в реальных системах. Такие средства обеспечивают глубокое погружение в материал через деятельностное освоение цифровых инструментов (рисунок выше).

Технологичность образовательного процесса обеспечивается благодаря применению современных педагогических стратегий в сочетании с цифровыми инструментами. Эффективная реализация интерактивных дидактических средств предполагает обеспечение индивидуальных образовательных потребностей через принцип «минимакса», когда определяется обязательный минимум содержания и предоставляется избыточный максимум для углубленного освоения. Адаптивность проявляется в дифференцированном представлении содержания в зависимости от запроса и уровня подготовки обучающихся, учете когнитивных стилей, возможностью выбора времени освоения материала, повсеместностью обучения (независимость от платформ, поддержка мобильных устройств), интеграцией различных режимов взаимодействия (синхронных, асинхронных, смешанных).

В заключение стоит отметить, что дидактические эффекты при применении интерактивных средств во время синхронных и смешанных занятий включают концентрацию внимания за счет управления фокусом восприятия, повышение вовлеченности благодаря активизации кинестетического канала восприятия, улучшение наглядности сложных концепций через их визуализацию, повышение качества учебных материалов и экономии времени на освоение материала. Особенно важным является эффект формирования метакогнитивных навыков – способности к самоорганизации, саморегуляции, рефлексии собственного процесса асинхронного обучения, что критически важно для специалистов в быстро меняющейся цифровой среде.

Библиографические ссылки

1. Куликова Н.Ю., Пономарева Ю.С. Возможности интерактивных сетевых средств при обучении информатике и ИКТ в школе // Continuum. Математика. Информатика. Образование. 2020. Т. 18. №. 2. С. 96.

2. Густяхина В. П., Попова Л. В. Интерактивные технологии в педагогическом образовании //Вестник Томского государственного педагогического университета. 2018. №. 8 (197). С. 149-154.
3. Полозков Ю. В., Луцейкович В. И. Концепция интерактивного программного комплекса обучения и контроля знаний по начертательной геометрии //Вестник Полоцкого государственного университета. Серия Е. Педагогические науки. 2013. №. 15. С. 48-56.
4. Артюхина М. С. Теоретико-методологические основы интерактивного обучения математике в информационно-образовательной среде вуза //Педагогика и просвещение. 2016. №. 2. С. 176-185.
5. Кирйигитов Б., Косимов Ш. Новые возможности использования интерактивных технологий //Вопросы науки и образования. 2020. №. 7 (91). С. 81-85.
6. Уваров А.Ю. Образование в мире цифровых технологий: на пути к цифровой трансформации. М.: Издательский дом ГУ-ВШЭ. 2018. 168 с.
7. Игнатьева И. М. Технологический педагогический контент знаний как модель инновационной деятельности преподавателя вуза //Высшее образование сегодня. 2017. №. 8. С. 28-31.
8. Ломаско П. С. Роль интерактивного цифрового контента при реализации онлайн-обучения в современном университете // Современное образование. 2017. №. 4. С. 143-151.

СОЗДАНИЕ VR СЦЕН, КАК СПОСОБ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО КОЛЛЕДЖА ВИЗУАЛЬНОМУ ПРОГРАММИРОВАНИЮ

В. А. Малофеев

*Институт среднего профессионального образования им. К. Д. Ушинского, Москов-
ский городской педагогический университет, Россия, Москва
MalofeevVA908@mgpu.ru*

Развитие цифровых технологий в образовании открывает новые возможности для обучения студентов педагогических колледжей. Визуальное программирование с использованием среды разработки VR-сцен Varwin позволяет обучающимся осваивать базовые принципы программирования и алгоритмизации в интерактивной форме. В статье рассматриваются особенности применения Varwin для создания учебных VR-сцен, методические подходы к их разработке, а также преимущества визуального программирования в процессе обучения. Обсуждаются перспективы расширения VR-инструментов в педагогическом образовании.

Ключевые слова: виртуальная реальность; VR-сцены; визуальное программирование; Varwin; педагогическое образование; обучение; цифровые технологии; интерактивные методики.

CREATING VR SCENES AS A METHOD OF TEACHING VISUAL PROGRAMMING TO PEDAGOGICAL COLLEGE STUDENTS

V. A. Malofeev

*Institute of Secondary Vocational Education named after K. D. Ushinsky, Moscow City
University, Russia, Moscow, MalofeevVA908@mgpu.ru*

The development of digital technologies in education opens up new opportunities for training students in pedagogical colleges. Visual programming using the Varwin VR scene development environment allows students to master basic principles of programming and algorithmization in an interactive format. This paper discusses the use of Varwin for creating educational VR scenes, methodological approaches to their development, and the advantages of visual programming in the learning process. The prospects for expanding VR tools in teacher education are also considered.

Keywords: virtual reality; VR scenes; visual programming; Varwin; teacher education; training; digital technologies; interactive methods.

Введение

Использование технологий виртуальной реальности (VR) в образовательном процессе становится одним из ключевых направлений цифровой трансформации обучения. Визуальное программирование, являясь одной из доступных форм освоения основ кодирования, играет важную роль в подготовке будущих педагогов. В данной статье рассматривается опыт применения платформы Varwin для обучения студентов педагогического колледжа визуальному программированию через создание интерактивных VR-сцен.

Использование Varwin в образовательном процессе

Varwin представляет собой платформу для создания VR-контента без необходимости написания сложного кода. В ее основе лежит система визуального программирования, позволяющая студентам использовать готовые блоки для создания анимаций, интерактивных объектов и сценариев поведения внутри виртуального мира. Среди основных преимуществ использования данной платформы:

1. Интуитивно понятный интерфейс, снижающий барьер входа для начинающих программистов.
2. Возможность моделирования образовательных сценариев в VR без глубоких знаний языков программирования.
3. Поддержка совместной работы, что позволяет студентам развивать навыки командной работы и проектного мышления.

Примеры использования VR-сцен в обучении

Интерактивные тренажеры – студенты разрабатывают учебные сцены для моделирования педагогических ситуаций (например, управление классом в виртуальной среде).

Практикумы по предметам – создание виртуальных лабораторий для изучения основ физики, химии и биологии.

Обучение алгоритмам – реализация базовых алгоритмических конструкций через визуальные сценарии (циклы, условия, обработка событий).

Перспективы и развитие VR-образования

Внедрять адаптивные образовательные программы, учитывающие уровень подготовки студентов.

Разрабатывать кроссплатформенные решения, объединяющие VR и AR в единую обучающую среду.

Интегрировать искусственный интеллект в процесс создания VR-сцен для автоматизации разработки и персонализации обучения.

Заключение

Использование Varwin в образовательном процессе демонстрирует значительный потенциал для обучения студентов педагогических колледжей визуальному программированию. Создание VR-сцен способствует формированию ключевых цифровых компетенций, повышению интереса к программированию и развитию практических навыков работы с современными технологиями. Перспективы внедрения VR в обучение продолжают расширяться, открывая новые возможности для подготовки квалифицированных педагогов.

Библиографические ссылки

1. *Беляев В.Г., Кузнецов Д.И.* Виртуальные среды обучения и их влияние на когнитивное развитие студентов // Педагогика и цифровые технологии. 2020. Т. 18, №2. С. 97–112.
2. *Жиганов В. П.* Использование дополненной и виртуальной реальности в образовании / Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2024. № 1. С. 54-57.
3. *Иванов А.К., Смирнова Т.А.* Визуальное программирование: современные подходы и инструменты // Информационные технологии в образовании. 2021. №3. С. 45–58.
4. *Макгуинн И. В.* Применение дополненной и виртуальной реальности в образовании / Cross - Cultural Studies: Education and Science. 2022. Т. 7, № 2. С. 126-132.
5. *Чайкина Ж. В.* Визуальное программирование в STEM образовании / Проблемы современного педагогического образования. 2024. № 82-1. С. 418-421.
6. Официальный сайт Varwin. URL: <https://varwin.com/ru/> (дата обращения: 05.03.2025).
7. *Koltygin D. S.* The use of virtual reality technologies in education / Annali d'Italia. 2022. No. 28-1. P. 48-50.
8. *Shinzhina D. M.* Virtual reality in education / Информация и образование: границы коммуникаций. 2022. No. 14(22). P. 136-137.

ВИЗУАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ УМОВ: КАК БЛОК-СХЕМЫ РАЗВИВАЮТ АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ

О. В. Маркелова

*Красноярский краевой институт развития образования, Россия, Красноярск
ovm6662@mail.ru*

Предложен один из вариантов решения проблемы восполнения дефицита умений и навыков, необходимых для формирования алгоритмического мышления учащихся через использование визуальных инструментов алгоритмизации при решении текстовых задач не только на информатике, но и на других учебных дисциплинах естественно-научного и математического цикла.

Ключевые слова: алгоритм; алгоритмическая деятельность; алгоритмическое мышление; блок-схема.

VISUAL TOOLS FOR THE MIND: HOW FLOW CHARTS DEVELOP ALGORITHMIC THINKING

O. V. Markelova

*Krasnoyarsk Regional Institute for Educational Development, Russia, Krasnoyarsk
ovm6662@mail.ru*

One of the options for solving the problem of replenishing the deficit of skills and abilities necessary for the formation of algorithmic thinking of students through the use of visual algorithmization tools when solving text problems not only in computer science, but also in other academic disciplines of the natural sciences and mathematics cycle is proposed.

Keywords: algorithm; algorithmic activity; algorithmic thinking; flowchart.

Введение

В основе алгоритмического мышления лежат умения решать поставленные задачи с помощью выстроенной последовательности простых действий, четко формулировать и излагать свои мысли, проводить синтез и анализ поступающей информации. Алгоритмическое мышление необходимо человеку на протяжении всей жизни и применимо во всех сферах деятельности. Всеобъемлющая цифровизация общества только усиливает данную необходимость. Цифровыми становятся не только ресурсы, но и профессии ранее не являющиеся таковыми. Рабочие специальности такие

как токарь, фрезеровщик в настоящее время тоже «оцифровываются», на предприятиях внедряются станки с программным управлением. В стране возрастает спрос не только на IT-специалистов, но и на рабочих с навыками работы на станках ЧПУ. И данная тенденция из года в год только усиливается.

Общеизвестно, что основы алгоритмического мышления закладываются в школе при изучении учебной дисциплины «Информатика», в одном из главных тематических направлений «Алгоритмы и методы алгоритмизации» в процессе алгоритмической деятельности. Алгоритмическая деятельность учащихся возможна тогда, когда они самостоятельно создают алгоритмы [2, с.313]. Результатом успешного усвоения курса «Информатики» на ступени основного общего образования должен стать «сформированный структурный подход к построению алгоритма и технологический подход к разработке программы для реализации алгоритма на компьютере» [2, с.313], что создаст предпосылки к использованию в старшей школе процедурных или объектно-ориентированных языков программирования.

Проблема состоит в том, что алгоритмическая деятельность учащихся в рамках одной учебной дисциплины (5-8 классы 1 час в неделю, 9 класс - 2 часа в неделю на базовом уровне изучения программы) не может покрыть весь дефицит умений и навыков, необходимых для формирования алгоритмического мышления. В настоящей работе предложен один из вариантов решения данной проблемы через использование визуальных инструментов алгоритмизации при решении текстовых задач не только на информатике, но и на других учебных дисциплинах естественно-научного и математического цикла.

Пример использования блок-схем при решении текстовых задач

Для описания цепочки вычислений на дисциплине «Математика» в начальной школе А.А. Столяров предлагает использовать алгоритмизацию процесса вычислений в виде цепочки действий, что создает предпосылки к дальнейшему усвоению учащимися таких идей информатики как алгоритм, блок-схема [2]. Однако представление цепочки действий стандартным образом в виде блок-схем позволяет легко распознавать их в алгоритмах на уроке «Информатика» в средней школе (рис.1).

На рис.2 приведен пример использования блок-схемы при решении текстовых задач по физике на расчет массы и объема тела по его плотности (базовый уровень, 7 класс).

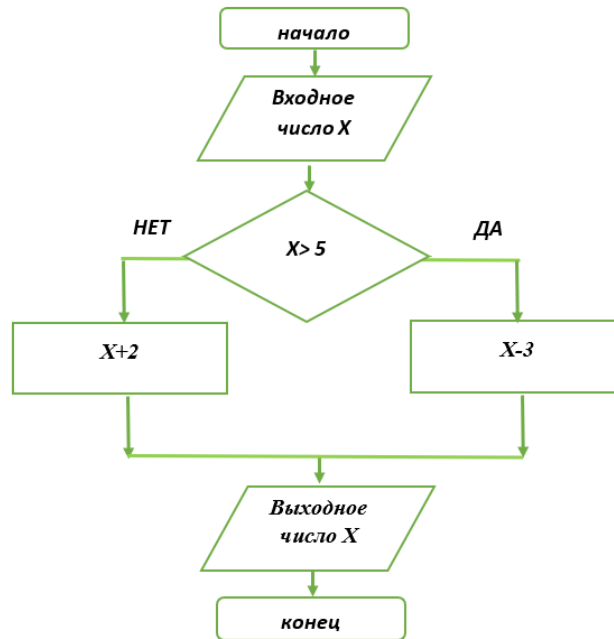


Рис.1. Вычислительные цепочки

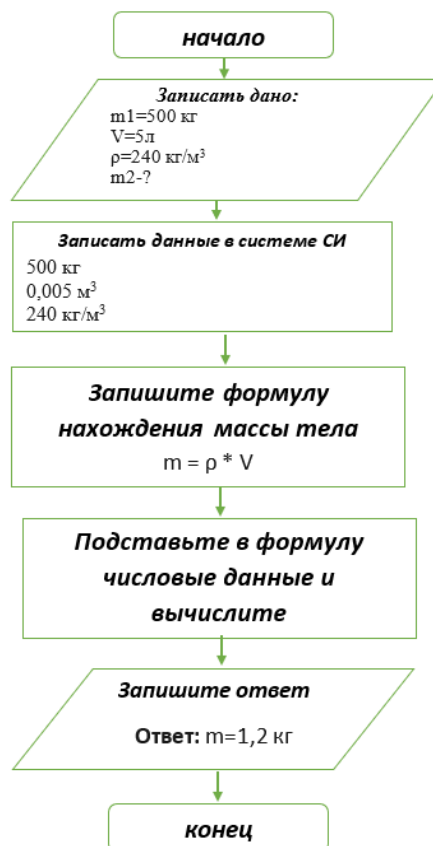


Рис. 2. Текстовая задача по физике

На рис.3 приведен пример использования блок-схемы при решении экзаменационных задач по биологии (продвинутый уровень, 11 класс).

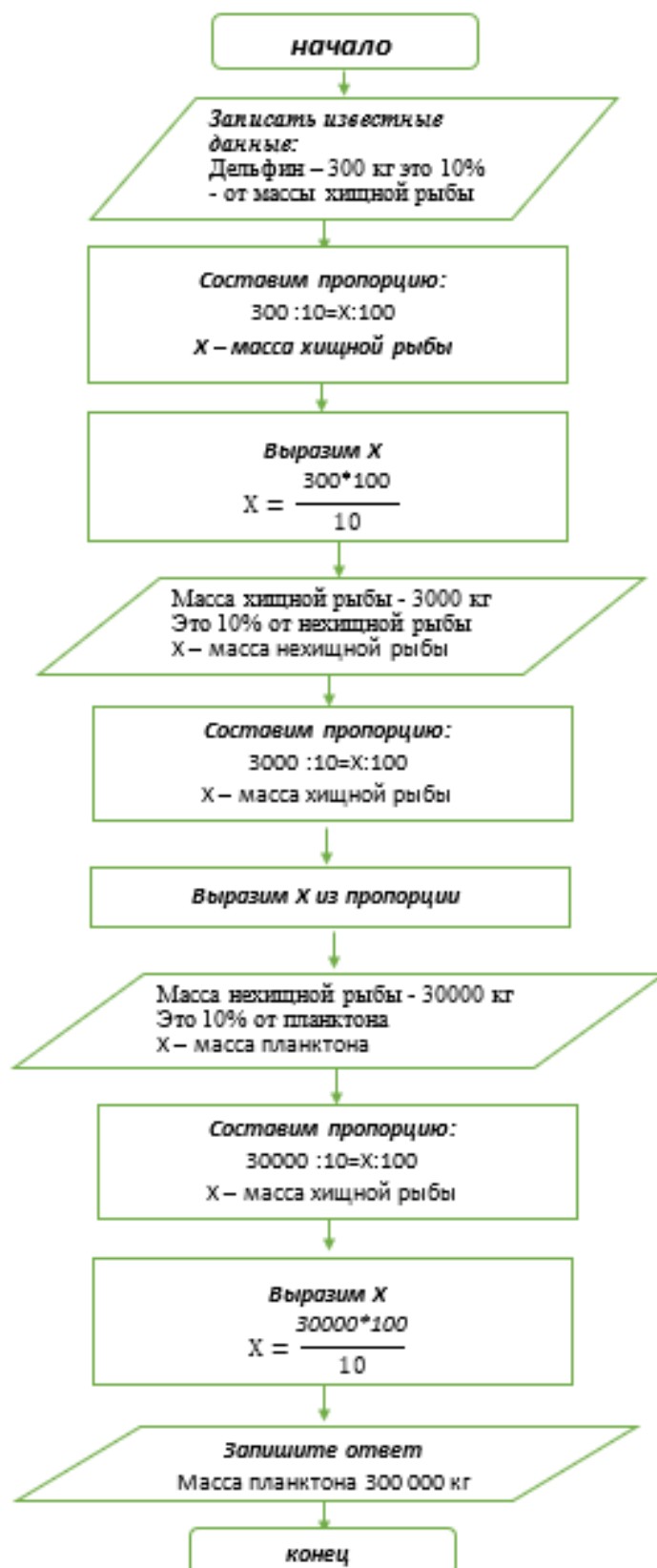


Рис. 3. Текстовая задача по биологии

Заключение

Целесообразность использования элементов визуализации в виде алгоритмов блок-схем на дисциплинах естественно-научного и математического цикла обусловлена тем, что данный подход позволяет восполнить дефицит умений и навыков, необходимых для формирования алгоритмического мышления.

Библиографические ссылки

1. *Алейникова О. М.* Методика преподавания непрерывного курса алгоритмизации в общеобразовательной школе // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. 2007. №45. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-prepodavaniya-nepreryvnogo-kursa-algoritmizatsii-v-obsheobrazovatelnoy-shkole> (дата обращения: 23.01.2025).
2. *Лукашов Г. А.* Использование элементов алгоритмизации при обучении младших школьников математике // Педагогический вестник. 2020. №12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-elementov-algoritmizatsii-pri-obuchenii-mladshih-shkolnikov-matematike> (дата обращения: 23.01.2025).

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАБОРАТОРИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ И ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

В. В. Мнацаканян

Институт среднего профессионального образования им. К. Д. Ушинского, Московский городской педагогический университет, Россия, Москва

В статье представлен опыт применения технологий виртуальной реальности (VR) в образовательном процессе для подготовки студентов и повышения квалификации преподавателей. Описаны возможности VR-лаборатории и приведены примеры ее использования при обучении естественно-научным и гуманитарным дисциплинам. Отмечено, что применение VR позволяет проводить безопасные иммерсивные практические занятия, повышает мотивацию обучающихся и эффективность усвоения материала. Рассмотрены перспективы развития VR-лабораторий в образовании, включая создание центра VR/AR и реализацию образовательных мероприятий (мастер-классов, чемпионатов) на базе VR-технологий.

Ключевые слова: виртуальная реальность; VR-лаборатория; иммерсивные технологии; образование; обучение; естественно-научные дисциплины; гуманитарные дисциплины; образовательные приложения; подготовка учителей; учебный процесс.

EXPERIENCE OF USING THE VIRTUAL REALITY LABORATORY IN TEACHING STUDENTS AND TEACHERS

V. V. Mnatsakanyan

Institute of Secondary Vocational Education named after K. D. Ushinsky, Moscow City University, Russia, Moscow

The paper presents the experience of using a virtual reality laboratory in the educational process for student training and teacher professional development. It describes the capabilities of VR technology and provides examples of its application in teaching science and humanities disciplines. It is noted that the use of VR enables safe immersive practical sessions, increases student motivation and effectiveness. The prospects for the development of VR laboratories in education are considered, including the creation of a VR/AR center and the implementation of educational activities (workshops, championships) based on VR technologies.

Keywords: virtual reality; VR laboratory; immersive technology; education, learning; science education; humanities; educational applications; teacher training; educational process.

Введение

Виртуальная реальность в настоящее время рассматривается как перспективный инструмент модернизации обучения. Развитие VR-технологий и снижение стоимости оборудования способствуют их все более широкому внедрению в образование

Иммерсивная виртуальная среда позволяет учащимся взаимодействовать с учебным материалом в наглядной и интерактивной форме, что повышает эффективность усвоения сложных понятий

Исследования показывают, что использование VR-технологий может существенно улучшать результаты обучения. Например, в эксперименте пекинской школы класс, обучавшийся с применением VR, успешно освоил материал на 93% против 73% у традиционного класса, демонстрируя более глубокое понимание и лучшую долгосрочную запоминаемость

Таким образом, актуальность интеграции виртуальной реальности в систему образования обусловлена ее дидактическими преимуществами [1]. Ряд работ посвящен анализу применения VR в обучении как в школе, так и в вузе [2–3]. Настоящая работа рассматривает опыт создания и использования лаборатории виртуальной реальности в образовательном процессе Института среднего профессионального образования (СПО) им. К. Д. Ушинского Московского городского педагогического университета (МГПУ).

Основные аспекты использования VR-лаборатории

Технология виртуальной реальности обеспечивает погружение обучающегося в цифровую среду, имитирующую реальные объекты и процессы. VR-лаборатория МГПУ оснащена современным оборудованием, создающим полноценную иммерсивную обучающую среду. Ключевым элементом является шлем виртуальной реальности (HTC Vive Pro 2), оснащенный датчиками положения и встроенными наушниками, который обеспечивает визуальное и аудиальное погружение пользователя. Для взаимодействия с виртуальным окружением используются ручные контроллеры, позволяющие манипулировать объектами, перемещаться по локациям и выполнять другие действия. Дополнительно в лаборатории применяется беговая платформа Virtuix, благодаря которой пользователь может передвигаться в виртуальном мире естественным образом – движение ног считывается специальными датчиками, что повышает реалистичность тренинга.

Созданная лаборатория виртуальной реальности используется в образовательной деятельности как студентов, так и преподавателей. В колледже Черемушки (структурном подразделении Института СПО

им. К. Д. Ушинского) на базе VR-лаборатории регулярно проводятся мастер-классы для преподавателей, а также дополнительные занятия для студентов. В ходе этих мероприятий участники обучаются работе с VR-оборудованием, осваивают существующие образовательные VR-приложения и пробуют разрабатывать собственные виртуальные обучающие проекты. Кроме того, элементы VR внедрены в программу регулярных занятий по информатике: студенты в рамках учебных занятий получают возможность выполнять практические задания с использованием VR-гарнитуры, приобретая навыки работы с передовыми технологиями. Подобная интеграция VR-лаборатории в учебный процесс способствует повышению интереса к изучаемым предметам и развитию у учащихся цифровых компетенций.

Примеры использования VR в обучении

Практика применения виртуальной реальности охватывает различные дисциплины. В естественно-научных предметах (физика, химия, биология) VR позволяет проводить эксперименты и наблюдения, труднодоступные в обычных условиях. Так, с помощью виртуальных лабораторий по химии студент может безопасно смешивать реактивы и наблюдать ход реакций, недоступных для реального проведения в учебном классе. В биологии и анатомии VR-технологии дают возможность «погрузиться» внутрь живого организма – рассмотрим пример приложения *The Body VR*: учащиеся перемещаются по кровеносной системе человека, изучая работу органов и систем изнутри. Подобное интерактивное освоение материала обеспечивает лучшее понимание сложных биологических процессов. В физике с использованием VR можно визуализировать абстрактные понятия в наглядной форме: например, изучать электромагнитные поля или законы механики через виртуальные эксперименты, что способствует формированию четких пространственных представлений.

В гуманитарных дисциплинах VR также открывает новые возможности. На уроках истории становится возможным совершать виртуальные экскурсии в прошлое – например, посетить достопримечательности Древнего Египта. С использованием приложения *Nefertari: Journey to Eternity* студенты могут «оказаться» внутри гробницы царицы Нефертари, самостоятельно осматривая настенные росписи и артефакты, что оживляет изучение исторического материала. В курсе иностранного языка VR-среда помогает создать языковую атмосферу: специализированный VR-модуль по английскому языку (например, проект *VARVARA*) позволяет обучающимся практиковать разговорные навыки, взаимодействуя с виртуальными персонажами и объектами. Такой формат погружения стимулирует развитие коммуникативных навыков и преодоление языкового барьера.

Таким образом, в самых разных областях знания использование VR-технологий повышает наглядность и интерактивность обучения, делая процесс изучения более увлекательным и глубоким.

Следует отметить, что применение VR положительно воспринимается самими участниками образовательного процесса. По результатам опроса преподавателей МГПУ, 90% респондентов хотели бы использовать технологии виртуальной реальности в обучении своих студентов, а 100% выразили готовность провести практическое занятие в VR-лаборатории. Эти данные свидетельствуют о высокой заинтересованности педагогов во внедрении VR и подтверждают перспективность развития данного направления.

Перспективы и развитие VR-лабораторий

Опыт МГПУ показывает, что интеграция VR-лаборатории в образовательный процесс способствует появлению новых форм учебной деятельности. Для координации работы в данном направлении в университете создан *VR/AR-центр МГПУ* – научно-методическое объединение, задачей которого является поиск эффективных способов внедрения технологий виртуальной и дополненной реальности в обучение, а также разработка методического и программного обеспечения для их использования.

Перспективы использования VR в образовании связаны с дальнейшим расширением доступности и функционала таких технологий. Ожидается появление более компактных и недорогих VR-гарнитур, а также рост количества качественного образовательного контента в различных предметных областях [2]. Важным направлением является развитие инклюзивного образования с помощью VR. Иммерсивные технологии рассматриваются как уникальный инструмент, который позволяет обучающимся, в том числе с ограниченными возможностями здоровья, получать опыт, затруднительно достижимый в реальной среде, и таким образом лучше подготовиться к взаимодействию в обществе [4]. Виртуальная среда дает возможность настроить обучение под индивидуальные потребности каждого студента, обеспечивая адаптивность и комфорт.

Заключение

Накопленный опыт использования лаборатории виртуальной реальности в МГПУ подтверждает высокую эффективность и потенциал VR-технологий в образовании. Виртуальная реальность обогащает учебный процесс, делая его более практико-ориентированным и привлекательным для нового поколения учащихся. Дальнейшее развитие VR-лабораторий и распространение передового опыта их применения будут способствовать

повышению качества образования и формированию у студентов навыков, востребованных в условиях цифровой экономики.

Библиографические ссылки

1. Селиванов В. В., Селиванова Л. Н. Виртуальная реальность как метод и средство обучения // Образовательные технологии и общество. 2014. №17(2). С. 378–391.
2. Иванко А. Ф., Иванко М. А., Романчук Е. Е. Виртуальная реальность в образовании // Научное обозрение. Педагогические науки. 2019. №3(1). С. 20–25.
3. Байунов А. Б., Петров О. А. Виртуальная реальность в образовании // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: материалы V межвед. науч.-практ. конф., посвященной Дню космонавтики. Красноярск: СибГУ им. М. Ф. Решетнева, 2019. С. 633–635.

ВЛИЯНИЕ НЕСОДЕРЖАТЕЛЬНЫХ ФАКТОРОВ НА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ РЕСУРСОВ В ОБУЧЕНИИ ИНФОРМАТИКЕ

И. Д. Мялицына

*Красноярский государственный педагогический университет, Россия, Красноярск,
inna06431@gmail.com*

Исследование направлено на выявление внешних несодержательных факторов, влияющих на качество обучения с применением электронных учебных ресурсов. Показано влияние музыкального фона, иллюстраций и «грязных» тем на результативность обучения решению задач по кодированию информации.

Ключевые слова: электронные учебные ресурсы; экранный дизайн; обучение информатике; электронное обучение

THE IMPACT OF NON-CONTENT FACTORS ON THE EFFECTIVENESS OF USING ELECTRONIC RESOURCES IN COMPUTER SCIENCE EDUCATION

I. D. Myalitsyna

Krasnoyarsk State Pedagogical University, Russia, Krasnoyarsk, inna06431@gmail.com

The study aims to identify external non-content factors that influence the quality of education when using electronic educational resources. The impact of background music, illustrations, and "dirty" themes on the effectiveness of learning to solve information coding problems is demonstrated.

Keywords: electronic educational resources; screen design; computer science education; e-learning.

Введение

Результативность использования электронных учебных ресурсов в обучении предмету может зависеть от множества сопутствующих факторов цифровой среды. Проблема исследования заключается в выявлении внешних (не связанных с содержанием предметной области) факторов, влияющих на качество обучения с применением электронных учебных ресурсов.

Создание многовариантного представления электронного учебного ресурса по заданной теме с привлечением сопутствующих несодержатель-

ных факторов и при наличии инструмента диагностики знаний обучаемого позволит выявить их влияние (как положительное, так и отрицательное) на результативность учебного процесса.

Цель работы – исследовать влияние несодержательных факторов на результативность использования электронных учебных ресурсов в обучении школьным предметам, на примере темы «Кодирование информации».

Методология исследования

Для целей настоящего исследования был разработан электронный учебный ресурс в виде сайта с тремя вариантами экранного дизайна.

Данный образовательный ресурс представляет собой интерактивный тренажер, который помогает обучающимся улучшить свои навыки в решении задач по теме “Кодирование информации”.

При запуске тренажер предлагает выбрать категорию задач на кодирование: текстовой информации, графической информации, звуковой информации. При этом предоставляется возможность выбрать уровень сложности задачи. На этой же странице можно открыть ссылку с теоретической информацией для актуализации знаний по теме (рис.1).

The screenshot shows a blue background with two main sections. The left section is titled 'Выберите категорию:' (Select category:) and contains three orange buttons labeled 'Текстовая информация' (Textual information), 'Графическая информация' (Graphic information), and 'Звуковая информация' (Sound information). The right section is titled 'Выберите уровень сложности:' (Select difficulty level:) and contains three orange buttons labeled 'Легко' (Easy), 'Средне' (Medium), and 'Сложно' (Hard). Below the 'Средне' button, there is a small blue link that says 'Теория: кодирование информации'.

Рис. 1. Образовательный онлайн тренажер по теме Кодирование информации»

The screenshot shows a blue background with a text-based question. The text reads: 'Считая, что каждый символ кодируется одним байтом, определите, чему равен информационный объем в битах следующего высказывания Жан-Жака Руссо: Тысячи путей ведут к заблуждению, к истине – только один.' Below the text is a white input field and a button labeled 'Ответить' (Answer).

Рис. 2. Типичная страница тестового задания тренажера

Вид страницы с тестовым заданием показан на рис.2. После отправки ответа, тренажер осуществляет обратную реакцию о правильности выполнения задания. Если ответ неверный, появляется сообщение, информиру-

ющее обучающегося о том, что стоит еще раз повторить теорию и попробовать заново решить задачу. Пока тренажер не получит правильный ответ, он не позволит перейти к следующей задаче.

На основе данного тренажера было разработано 3 сайта с различными несодержательными факторами: с музыкальным фоном, с иллюстрациями, не относящимися к содержанию учебной информации и с “грязными темами”.

В первом варианте сайта учебный материал сопровождается музыкальным фоном (рис.3).



Рис. 3. Образовательный онлайн тренажер с музыкальным фоном

Второй вариант сайта содержит иллюстрации, не относящиеся к содержанию учебной информации (рис.4).



Рис. 4. Образовательный онлайн тренажер с иллюстрациями

«Грязный» фон сопровождает экранные страницы сайта в третьем варианте (Рис.5).

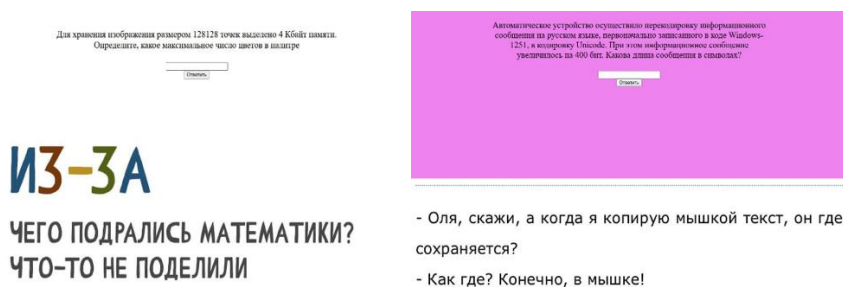


Рис. 5. Образовательный онлайн тренажер с “Грязной темой”

Заключение

Экспертный опрос с участием методистов педвуза (КГПУ им. В.П. Астафьева), учителей школ показал, что большинство экспертов считают, что музыкальный фон и иллюстрации оказывают как положительное, так и нейтральное влияние на концентрацию учащихся, восприятие учебного материала, запоминание информации и качество выполнения заданий.

Самые худшие результаты были получены при использовании сайта с “Грязными темами”. Они скорее оказывают крайне отрицательное влияние на концентрацию обучающихся и качество выполнения заданий.

Также апробация учебного ресурса среди школьников выявила, что средний балл выполнения тестовых заданий, выполнявших работу: с помощью тренажера с музыкальным фоном составляет 4.25; с помощью тренажера с иллюстрациями - 4.2; с помощью тренажера с “Грязной темой” составляет 3.9.

На основании полученных результатов, можно сделать вывод, что результативность использования электронных учебных ресурсов в обучении предмету может зависеть от множества сопутствующих факторов цифровой среды.

На примере обучения учащихся решению задач по кодированию информации с помощью электронного тренажера показано, что наиболее вредным фактором, влияющим на качество обучения, являются «грязные темы». Комфортный музыкальный фон и иллюстрации по изучаемой теме могут улучшить качество восприятия и усвоения знаний.

Библиографические ссылки

1. *Валеева О. Д.* Разработка электронного курса по обучению решению задач на кодирование информации для смешанного обучения в основной школе / Материалы студенческой научной сессии Института математики и информатики МПГУ. 2019-2020 учебный год : Сборник статей / Под общей редакцией Е.С. Крупицына. Москва: Московский педагогический государственный университет, 2020. С. 48-56.

2. *Платонова А.С.* Разработка онлайн-тренажера по теории информации // РТС. 2023. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-onlayn-trenazhera-po-teorii-informatsii>

ЭЛЕМЕНТЫ ДИДАКТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ И АКТИВИЗАЦИИ САМООБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ

Д. И. Прохоров

*ГУО «Минский городской институт развития образования»,
Минск, Республика Беларусь, prohorov@minsk.edu.by*

В статье предложена авторская дидактическая система повышения квалификации и активизации самообразовательной деятельности учителей математики с использованием веб-ориентированных ресурсов, которую автор рассматривает как теоретически обоснованную, внутренне целостную и логически непротиворечивую систему, построенную на основе полипарадигмального подхода с учетом методических условий цифровой дидактики, общедидактических принципов и организационно-педагогических условий обучения, включающую взаимосвязанные цели, содержание, формы, средства, веб-ориентированные ресурсы, контрольно-измерительный инструментарий определения эффективности обучения.

Ключевые слова: дидактическая система; повышение квалификации; самообразовательная деятельность; учителя математики.

ELEMENTS OF THE DIDACTIC SYSTEM OF ADVANCED TRAINING AND ENHANCEMENT OF SELF-EDUCATIONAL ACTIVITIES OF MATHEMATICS TEACHERS

D. I. Prokhorov

*State Educational Institution "Minsk City Institute for Education Development",
Minsk, Republic of Belarus, prohorov@minsk.edu.by*

The article proposes the author's didactic system for improving the qualifications and activating the self-educational activities of mathematics teachers using web-oriented resources, which the author considers as a theoretically sound, internally holistic and logically consistent system built on the basis of a polyparadigmatic approach taking into account the methodological conditions of digital didactics, general didactic principles and organizational and pedagogical conditions of training, including interrelated goals, content, forms, means, web-oriented resources, control and measuring tools for determining the effectiveness of training.

Keywords: didactic system; advanced training; self-educational activities; mathematics teachers.

Введение

Основу современной концепции развития системы повышения квалификации и активизации самообразовательной деятельности (далее – ПККиСД) учителей математики составляют цифровые технологии интернета и сервисы технологии Web 2.0, предусматривающие активное участие пользователей в формировании образовательного контента. Анализ исследований, касающихся проблемы использования образовательных сервисов интернета Н.В. Бровка, А.Д. Короля, Е.Д. Паталикина, S. Downes, Ed. Krol, T. Richardson, J. Thompson и др., показал, что в поле зрения данных ученых находились сетевые сервисы, используемые при обучении иностранному языку и информатики в средней и высшей школе. *Рассмотренные работы не получили своего распространения на систему ПККиСД учителей математики.*

Теоретические основания

Следует отметить, что под *повышением квалификации* руководящих работников и специалистов мы понимаем процесс «реализации образовательных программ, направленных на профессиональное совершенствование работников» [1, с. 370]. Анализ психолого-педагогической литературы показывает, что проблемы *самообразовательной деятельности учителя* в основном рассматриваются с точки зрения двух подходов: самостоятельная деятельность педагога по повышению своих профессиональных компетенций [2, с. 41]; самообразовательная деятельность как индивидуально-личностный процесс целенаправленного и систематического улучшения, совершенствования, развития себя и своей деятельности [3, с. 19]. В нашей работе мы рассматриваем первый подход, поскольку второй – предполагает сугубо личностный характер самообразования учителя (как его саморазвития), что выходит за рамки нашего исследования.

Результаты и их обсуждение

Мы рассматриваем дидактическую систему повышения квалификации и активизации самообразовательной деятельности учителей математики с использованием веб-ориентированных ресурсов как теоретически обоснованную, внутренне целостную и логически непротиворечивую систему, построенную на основе *полипарадигмального подхода с учетом методических условий цифровой дидактики, общедидактических принципов и организационно-педагогических условий обучения*, включающую *взаимосвязанные цели, содержание, формы, методы, средства, веб-ориентированные ресурсы, контрольно-измерительный инструментарий определения эффективности обучения*, функционирующую во *взаимодействии*

преподавателя и слушателей для повышения уровня профессиональных компетенций учителей математики. Полипарадигмальный подход в системе ПКисД учителей математики означает взаимное дополнение и обогащение положений синергетического (основания авторской системы – гомеостатичность, иерархичность, нелинейность, открытость, вариативность, эмерджентность, коммуникативность), системно-деятельностного (организация активной, проблемной, эвристической групповой и самостоятельной познавательной деятельности, тьюторство, инженерия знаний), праксеологического (оптимизация процесса обучения учителей математики, трансляция такого опыта на их профессиональную деятельность), компетентностного (повышение уровня профессиональных компетенций), логистического (внешний контур – поток трудовых, финансовых, материально-технических ресурсов, внутренний – информационные, учебно-методические потоки), коннективистского (формирование навыков работы с информацией, активизация самообразовательной деятельности, SMART-технологии, элементы пирингового обучения), инструментального (алгоритмы разработки и использования дидактических многомерных инструментов) подходов в обучении.

В рамках проектирования и разработки дидактической системы ПКисД учителей математики мы выделяем *общедидактические принципы – фундаментальности* (научность, полнота и глубина целевого и содержательного аспектов обучения, сконструированных на основе веб-ориентированных ресурсов), *гуманизации и гуманитаризации* (акцент на мотивационно-ценностной составляющие обучения, применяются диалоговые, полилоговые формы взаимодействия между преподавателем и слушателями), *опережающего характера обучения* (базис содержания – инвариант, фундаментальные малоизменяемые знания, вариативная часть – постоянно обновляемая, обогащаемая за счет включения в нее актуальных и перспективных педагогических задач и их решений). А также принципы, носящие общедидактический характер и обусловленные спецификой процесса ПКисД учителей математики: *партиципативности* (организация каналов непрерывной обратной связи по улучшению эффективности обучения), *фундирования* (обучение представлено в виде спиральной конструкции из 4 витков, каждый из которых включает 3 пласта фундирования), *оптимальной информационной насыщенности* (эргономичность и послойное распределение материала в веб-ориентированном ресурсе).

Целью повышения квалификации учителей математики на занятиях и при организации их самообразовательной деятельности в межкурсовой период является формирование профессиональных компетенций учителя математики в области применения дидактического дизайна, существующих и самостоятельно разработанных веб-ориентированных ресурсов на учебных занятиях по математике на II–III ступенях общего среднего обра-

зования. *Содержание* учебных программ повышения квалификации распределено по трем блокам: *нормативно-теоретический* – нормативно-правовое обеспечение и теоретическое основание разработки и использования ИКТ на учебных занятиях по математике; *практико-технологический* – цифровой инструментарий создания дидактических многомерных инструментов и веб-ориентированных ресурсов обучения математике; *методический* – методика применения электронного образовательного контента в профессиональной деятельности учителя математики. Содержание повышения квалификации и самообразовательной деятельности учителей математики в межкурсовой период имеет *спиралевидную конструкцию из четырех витков*: 1-й слой. Учителя математики под руководством преподавателя осваивают алгоритмы структурирования учебной информации для учащихся II–III ступеней общего среднего образования с использованием возможностей дидактического дизайна (таблицы, блок-схемы и т.д.) и простых веб-ориентированных ресурсов (веб-презентации, онлайн интерактивные доски и т.д.); 2-й слой. Учебная информация предыдущего витка обогащена алгоритмами решения педагогических задач на основе использования различных существующих веб-ориентированных ресурсов, применения на учебных занятиях по математике информационно емких визуальных изображений (учебные математические апплеты, инфографика, структурно-логические схемы и т.д.) по отдельным учебным темам в готовом виде; 3-й слой. Содержание обучения дает возможность учителям математики под руководством преподавателя самостоятельно разрабатывать веб-ориентированные ресурсы, рассматривать различные методические аспекты обучения учащихся навыкам обобщения и структурирования учебной информации по укрупненным темам (логико-смысловые модели, учебные математические апплеты и т.д.), прогнозировать свою педагогическую деятельность в конкретном классе на несколько лет вперед; 4-й слой предназначен преимущественно для самостоятельного освоения учителями способов построения процесса обучения математике на II–III ступенях общего среднего образования с использованием веб-ориентированных ресурсов с учетом требований дидактического дизайна, что позволяет слушателям самостоятельно выявить типовые педагогические задачи, обобщать и транслировать свой педагогический опыт коллегам. При этом каждый виток спирали включает: *содержательный пласт* – теоретическое обобщение укрупненных дидактических единиц математического, дидактического и методического знания; *информационно-технический пласт* – инструкции и алгоритмы работы с существующими ресурсами, рекомендации по самостоятельной разработке веб-ориентированных ресурсов обучения, технологические приемы профессиональной деятельности; *методический пласт* – методика и технологии применения веб-ориентированных ресурсов обучения с учетом требований дидактического дизайна на учебных занятиях по математике.

Совокупность организационных *интерактивных форм учебных занятий* должна быть релевантна целям и задачам процесса ПКисД учителей математики, последовательно упорядочена на основе полипарадигмального подхода, общедидактических принципов и организационно-педагогических условий, логически связана с этапами дидактического цикла «обучение на повышении квалификации – самообразовательная деятельность в межкурсовой период – консультирование в межкурсовой период – обучение на повышении квалификации» и разделами учебной программы повышения квалификации учителей математики. Диагностика эффективности обучения учителей в процессе ПКисД проводится на основе специально разработанного контрольно-измерительного инструментария, который размещается преимущественно в веб-ориентированном ресурсе и включает два этапа: *текущая аттестация* – предполагает выполнение тестовых заданий по итогам изучения каждого раздела учебной программы повышения квалификации; *итоговая аттестация* – может проводиться в форме экзамена по экзаменационным билетам или в виде тестирования, зачета по вопросам в устной или письменной форме, собеседования в устной форме, форме деловой игры, проектирования, моделирования и т.д.

Заключение

Педагогическое взаимодействие и профессиональная коммуникация слушателя и преподавателя в дидактической системе ПКисД учителей математики с использованием веб-ориентированных ресурсов представляет собой процесс совместной учебно-познавательной и учебно-исследовательской деятельности, атрибутами которого являются: пространственное и временное присутствие участников, создающее возможность личного контакта между ними; наличие общей дидактической цели, отвечающей интересам всех и способствующей реализации потребностей каждого; планирование, контроль, коррекция и координация действий.

Библиографические ссылки

1. Кодекс Республики Беларусь об образовании [электронный ресурс]. URL: <https://adu.by/images/2022/01/zakon-ob-izmen-kodeksa-ob-obrazovanii.pdf>.
2. Адольф В.А., Ильина Н.Ф. Инновационная деятельность педагога в процессе его профессионального становления. Красноярск: Поликом, 2007. 190 с.
3. Кулюткин Ю.Н. Психология обучения взрослых. М.: Просвещение, 2005. 128 с.

ПЕРЕОСМЫСЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ И МЕТОДИК ОБУЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

П. Ф. Романко¹⁾, С. А. Фурсанов²⁾, С. Н. Нестеренков³⁾

¹⁾Белорусский Государственный Университет Информатики и Радиоэлектроники,
Беларусь, Минск, romankopavel7710@gmail.com

²⁾Белорусский Государственный Университет Информатики и Радиоэлектроники,
Беларусь, Минск, s.fursanov@bsuir.by

³⁾Белорусский Государственный Университет Информатики и Радиоэлектроники,
Беларусь, Минск, s.nesterenkov@bsuir.by

Интеграция цифровых технологий приводит к повышению вовлечённости студентов и улучшению академических результатов. Применение цифровых образовательных платформ позволяет оперативно обновлять и адаптировать учебные материалы, обеспечивая высокий уровень интерактивности и персонализации процесса обучения. Результаты анализа свидетельствуют, что синтез традиционных методик с цифровыми технологиями оптимизирует образовательный процесс и создаёт предпосылки для дальнейшей цифровизации образования.

Ключевые слова: методики обучения; искусственный интеллект; облачные технологии; цифровые образовательные платформы; цифровизация; образование.

RETHINKING THE CONTENT AND TEACHING METHODS IN THE DIGITALIZATION ERA

P. F. Romanko¹⁾, S. A. Fursanau²⁾, S. N. Nestsiaienkau³⁾

¹⁾Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus, Minsk,
romankopavel7710@gmail.com

²⁾Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus, Minsk,
s.fursanov@bsuir.by

³⁾Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus, Minsk,
s.nesterenkov@bsuir.by

The integration of digital technologies increases student engagement and improves academic performance. The use of digital educational platforms enables the timely updating and adaptation of learning materials, ensuring a high level of interactivity and personalization in the learning process. An analysis indicates that combining traditional teaching methods with digital technologies optimizes the educational process and creates prerequisites for further digitalization of education.

Keywords: teaching methods; artificial intelligence; cloud technologies; digital educational platforms; digitalization; education.

Введение

Динамичное развитие цифровых технологий в последние годы оказывает значительное влияние на образовательную сферу. Современные инструменты, такие как системы искусственного интеллекта, облачные сервисы и специализированное программное обеспечение, трансформируют традиционные подходы к обучению. Результаты ряда эмпирических исследований [1, 2] указывают на возможность повышения качества образовательного процесса за счёт интеграции цифровых технологий. В этом контексте изучение механизмов синтеза традиционных методик и инновационных цифровых решений приобретает особую значимость.

Анализ цифровых технологий в образовательном процессе

Современные исследования демонстрируют, что цифровые технологии существенно расширяют возможности преподавания. Применение облачных образовательных платформ обеспечивает не только высокую доступность учебных материалов, но и возможность их оперативного обновления, что крайне важно в условиях постоянного развития науки [3]. Использование искусственного интеллекта для адаптивного обучения позволяет формировать индивидуальные траектории развития обучающихся, как это подтверждают результаты экспериментов, опубликованных в *British Journal of Educational Technology* [4]. Проведённый анализ цифровых инструментов выявил ряд преимуществ, среди которых можно отметить высокую интерактивность, достигаемую за счёт реализации механизмов мгновенной обратной связи, значительную гибкость, позволяющую организовать обучение в любое удобное время и в любом месте, а также возможность персонализации учебного процесса посредством адаптивных алгоритмов искусственного интеллекта.

Математическая модель интеграции методик обучения

Для количественной оценки вклада традиционных и цифровых методик в общий результат образовательного процесса предлагается модель, основанная на линейной комбинации двух компонентов. В данной модели суммарный показатель эффективности обучения L определяется как сумма вклада традиционных методик M_t и вклада цифровых подходов M_d , взвешенных коэффициентами α и β соответственно:

$$L = \alpha \cdot M_t + \beta \cdot M_d \quad (1.1)$$

где коэффициенты α и β отражают относительную значимость каждого из компонентов. Эта модель позволяет не только оценивать текущую эффективность образовательного процесса, но и проводить сценарный анализ при изменении весовых коэффициентов, что может быть полезно для оптимизации образовательного процесса [1, 4].

Эмпирическое исследование и анализ данных

На основе анализа опубликованных данных и сравнительных обзоров образовательных практик можно выделить характерные особенности использования традиционных методик и цифровых технологий. Сравнительный анализ материалов, представленных в ряде исследований [3, 4], свидетельствует о том, что внедрение цифровых инструментов, таких как онлайн-платформы и адаптивные системы с использованием искусственного интеллекта, может способствовать увеличению вовлечённости студентов примерно на 25–30 % и улучшению академических результатов на 15–20 % по сравнению с традиционными подходами. Дополнительно, данные из опросов педагогов, опубликованные в указанных источниках, показывают, что более 80 % преподавателей отмечают позитивное влияние цифровых технологий на организацию учебного процесса. Для иллюстрации различий между традиционными и цифровыми методами обучения можно описать основные характеристики следующим образом: традиционные методы характеризуются ограниченной доступностью материалов, средней интерактивностью и фиксированным расписанием, что затрудняет персонализацию процесса обучения и своевременную обратную связь. В свою очередь, цифровые технологии обеспечивают высокую доступность через онлайн-сервисы и облачные платформы, позволяют организовать интерактивное обучение с мгновенной обратной связью, предлагают гибкие расписания и значительно расширяют возможности для индивидуальной адаптации учебного процесса с помощью адаптивных алгоритмов.

Обсуждение результатов и практическое значение

Анализ научных публикаций и образовательных практик показывает, что цифровые технологии оказывают разностороннее влияние на учебный процесс. Внедрение облачных платформ и адаптивных алгоритмов искусственного интеллекта расширяет возможности индивидуализации обучения, позволяя учитывать уровень подготовки студентов и их предпочтения в освоении материала. Кроме того, цифровые инструменты способствуют автоматизации рутинных задач преподавателей, высвобождая

время для более сложных аспектов педагогической деятельности. Однако следует учитывать и вызовы цифровизации, включая необходимость адаптации учебных планов, разработки новых методик оценки знаний и обеспечения цифровой безопасности. Перспективным направлением становится исследование баланса между традиционными и цифровыми методами обучения, позволяющее находить оптимальные модели их интеграции для различных образовательных контекстов [3, 4].

Заключение

Проведённое исследование демонстрирует, что синтез традиционных методик и цифровых технологий способствует повышению эффективности образовательного процесса. Анализ практического применения облачных платформ, систем искусственного интеллекта и свободного программного обеспечения позволяет рекомендовать их широкое внедрение в образовательную практику. Предложенная математическая модель и результаты эмпирической работы могут служить основой для дальнейших исследований и разработки методических рекомендаций, способствующих цифровой трансформации образования.

Библиографические ссылки

1. *Wang, Q., Zhang, Z. & Li, M.* Digital Transformation in Higher Education: A Systematic Review. *Computers & Education*. 2021. С. 162.
2. *García-Peñalvo, F. J., Conde, M. Á. & Alier, M.* Digital Transformation in Education: A Systematic Review and Bibliometric Analysis. *IEEE Access*. 2021. №9. С. 140–155.
3. *Liu, X., Sun, J. & Gao, Y.* Cloud-based Education Platforms and Digital Learning: An Empirical Study. *Educational Technology Research and Development*. 2022. №70(1). С. 101–120.
4. *Chen, L. & Li, S.* Artificial Intelligence in Education: Impacts and Challenges. *British Journal of Educational Technology*. 2022. №53(4). С. 234–250.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ФИЗИЧЕСКОМ ПРАКТИКУМЕ

Н. Ю. Сафонцева

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия, nsafonceva@sfedu.ru

В статье представлен практический опыт, в котором в качестве учебно-методического обеспечения при выполнении физического практикума используются информационные ресурсы, предоставляющие наборы разнообразных симуляций и интерактивных моделей. Автор констатирует, что интерактивные симуляции вызывают неподдельный живой интерес у обучающихся, обладая большей содержательной значимостью и наглядностью.

Ключевые слова: интерактивные цифровые технологии; практиориентированный подход; физический практикум; научная картина мира; системное мышление.

APPLICATION OF INTERACTIVE DIGITAL TECHNOLOGIES IN PHYSICS PRACTICAL TRAINING

N. Yu. Safontseva

Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia, nsafonceva@sfedu.ru

The article presents practical experience in which information resources providing sets of various simulations and interactive models are used as educational and methodological support for the implementation of a physical workshop. The author states that interactive simulations arouse genuine keen interest among students, having greater meaningful significance and visibility.

Keywords: interactive digital technologies; practice-oriented approach; physical practice; scientific worldview; systems thinking

Введение

Технологические прорывы, востребованные государством и обществом, требуют проявления системного подхода к описанию разнообразных процессов и явлений. Для решения комплексных задач на стыке различных наук и сфер производства необходима интеграция знаний, поэтому современное образование требует междисциплинарного подхода при реализации образовательных программ [1]. Владение знаниями из разных естественнонаучных областей, математики и информатики должно способствовать глубокому пониманию обучающимися научной картины мира как целостной системы понятий и принципов об общих свойствах и

закономерностях развития окружающего нас мира. Следует признать, что «возврат к фундаментальным, неустаревающим знаниям является одним из ответов на вызовы быстроменяющихся требований постиндустриального мира» [2, С. 16], а «путь в современную науку и технику, и просто в современную жизнь, лежит через изучение математики, информатики, физики и других естественных дисциплин» [3, С. 41].

Обучение должно способствовать развитию системного критического мышления, формированию представлений о теоретическом анализе данных и способах выдвижения гипотез, приобретению практических навыков постановки экспериментов. В связи с этим «область физики гораздо ближе к жизни и к возможности научного изучения процессов в окружающей нас природе» [4, С. 247].

Теоретические основы исследования

Несмотря на очевидную значимость представлений о естественнонаучной и математической основах современной картины мира как целостной информационной системе, изучение «Физики» как учебной дисциплины сталкивается с глобальными трудностями.

Анализируя причины отсутствия познавательного интереса к данной предметной области, следует предположить, что это связано с недостаточной профессиональной компетентностью педагогов-предметников. Нежелание или неумение показать практическую значимость своей предметной области, приводят к тому, что физика в представлении обучающихся становится «лишней», не интересной, дисциплиной.

Заметим, что у самих обучающихся наиболее востребованной, приоритетной формой учебных занятий являются лабораторные практикумы [5]. Бесспорно, использование современного оборудования позволяет обучающимся получать наглядное представление о разнообразных физических процессах и получить навыки работы в реальных условиях. К современному оборудованию, на наш взгляд, возможно отнести потенциальное применение в учебном процессе инновационных технологий расширенной (AR) и виртуальной (VR) реальности. AR и VR технологии расширяют реальный мир добавлением в него виртуальных элементов или полностью погружают в виртуальную реальность искусственно созданной образовательной среды.

Однако, с одной стороны, далеко не все образовательные организации могут похвастаться наличием соответствующих технических и технологических возможностей. В этом случае ветхое устаревшее оборудование, которое «лучше не трогать», не прибавляет оптимизма в освоении физического знания и сводит к нулю все возможные преимущества практикоориентированного подхода. С другой стороны, вспоминая недалекие

прошлое и вынужденный переход на дистанционное обучение, преподаватели-предметники внешними обстоятельствами были поставлены в условия поиска альтернативных технологий.

В связи с сохранением в настоящем формата смешанного обучения в условиях цифровизации образования, представляется *актуальным* осмысление применения интерактивных образовательных технологий, использования симуляций для моделирования и анализа физических процессов, которые находятся в свободном доступе и могут быть применены в образовательном процессе в качестве альтернативного лабораторного практикума.

Целью настоящего исследования является представление практического опыта, в котором в качестве учебно-методического обеспечения при выполнении физического практикума используются информационные ресурсы, предоставляющие наборы разнообразных симуляций и интерактивных моделей.

Результаты и их обсуждение

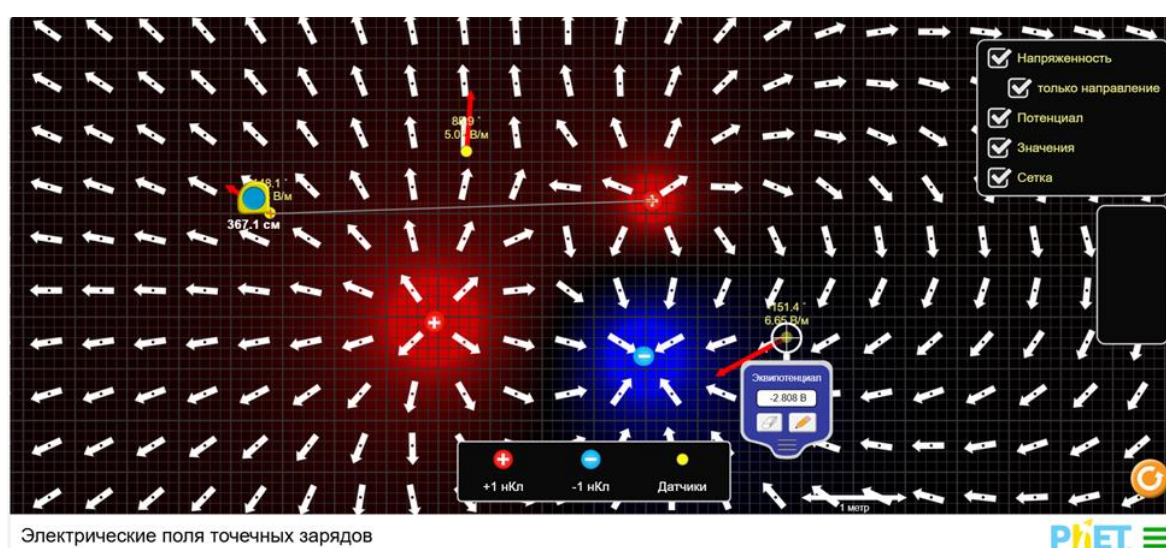
В рамках дистанционного обучения в 2020 году автором, как и многими преподавателями-предметниками, производился поиск подходящих инструментов для адаптации к онлайн-обучению. В связи с этим мониторинг разнообразных информационных платформ открытого образования и программных продуктов, готовых к применению в образовательном процессе, потребовал определенной осведомленности и освоения современных гаджетов и их цифровых возможностей, в которых ранее просто не было необходимости.

Для реализации полноценного процесса контактной работы и поиска соответствующих инструментов для продуктивного взаимодействия с обучающимися в дистанционном формате, автору помогла подборка соответствующих материалов, выполненная сотрудниками Московского политехнического университета: <https://study.mospolytech.ru/ingagement>, на сайте которого оказалось много полезной информации и рекомендаций для скорейшей адаптации к онлайн-обучению и использованию цифровых технологий. В частности, один из предложенных ресурсов для проведения онлайн лабораторных занятий (*PhET: Interactive Simulations for Science and Math*) заинтересовал и был протестирован автором. Ресурс представляет собой симуляции по различным дисциплинам, включая физику, химию, математику, естествознание и биологию [6]. Выбор соответствующей области предполагается с помощью фильтра, в котором возможно от начальной школы до университета, а также включенные в симуляцию интерактивные функции.

Заметим, что каждая симуляция представляет собой отдельный файл html- формата, который может быть скачан и установлен на собственный

компьютер. Авторизованному пользователю соответствующие файлы предоставляются абсолютно бесплатно, поскольку создателями этих симуляций являются педагоги, разрабатывающие и размещающие их в открытом доступе, а сам ресурс существует на пожертвования (донаты) пользователей, которые не являются обязательными. Немаловажным условием является возможность выбора любого языка при описании и выполнении симуляции.

Для примера на Рисунке представлен снимок экрана, сделанный при выполнении лабораторной работы «Исследование электрических полей точечных электрических зарядов», из которого можно составить представление о возможностях конкретной симуляции «Заряды и поля» (*charges-and-fields_ru.html*).



Снимок экрана при использовании симуляции «Заряды и поля»

Следует заметить, что в описании к симуляции указаны только тематические области возможных исследований и примерные цели обучения при использовании данной симуляции. В связи с этим, задачей самого педагога является формулирование цели проведения лабораторной работы; порядок и последовательность ее выполнения; формулировка практических заданий для постановки эксперимента и снятия показаний; образцы экспериментальных таблиц, которые должен представить в отчете обучающийся; описание графических зависимостей, которые должны быть построены; краткие теоретические сведения, которые могут потребоваться при проведении практических расчетов для обоснования и проверки экспериментальных данных и т.д. Это обстоятельство означает, что симуляции служат неким интерактивным ресурсом не только для обучающихся, но и для самих преподавателей, творческий подход которых позволяет их использовать для разнообразных исследований и лекционных демонстраций.

Вынужденный опыт дистанционного взаимодействия с обучающимися показал, что такие симуляции вызывают неподдельный живой интерес у обучающихся. Более того, с методической точки зрения можно утверждать, что такие симуляции обладают большей содержательной значимостью и наглядностью, способствуя понятийному усвоению программного материала на основе визуализации тех характеристик или явлений, которые не всегда возможно наблюдать в реальном практическом эксперименте. При этом они не требуют никаких финансовых вложений от образовательных организаций и являются творческой инициативой самого преподавателя.

В *заключении* хотелось бы отметить, что необходимость технологического суверенитета и устойчивого социально-экономического развития России настоятельно диктуют востребованность квалифицированных кадров, владеющих инновационными цифровыми инструментами [1] для применения в реальной производственной практике. Это обстоятельство накладывает серьезную ответственность на сферу образования, основной задачей которой является подготовка нестандартно мыслящих молодых специалистов, готовых выйти за рамки шаблонных решений при разрешении реальных производственных проблем. Но эти выводы в полной мере относятся и к самим педагогам, от творческого подхода которых напрямую зависит понимание обучающимися необходимости знания физической картины мира и его востребованности для будущей жизни и профессиональной деятельности.

Библиографические ссылки

1. Данилаев Д. П., Маливанов Н. Н. Технологическое образование и инженерная педагогика. Образование и наука. 2020; Т. 22, № 3: 55–82.
2. Тихомиров В. М. О возможности единого подхода к математическому образованию в школе, вузе, университете. Труды IX Международных Колмогоровских чтений. Ярославль: ЯГПУ, 2011. С. 8–13.
3. Тестов В. А. Содержание современного образования: выбор пути. Образование и наука. 2017; Т. 19, № 8: 29–46.
4. Капица П.Л. Эксперимент, теория, практика. Москва: Наука, 1987. 496 с.
5. Сафонцева Н. Ю. К вопросу о фундаментализации Российского образования: физическое знание глазами студентов. Мир науки, культуры, образования. 2022; №6 (97): 211 - 216.
6. PhET: Interactive Simulations for Science and Math. URL: <https://phet.colorado.edu/> (date of access: 10.04.2025)

КОЛЛЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ СТУДЕНТОВ СПО С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛИМЕТОДИЧЕСКОГО ПРИЕМА

К. Е. Тимофеева

*Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева,
г. Красноярск, Российская Федерация
Мурманский строительный колледж им. Н. Е. Момота, г. Мурманск
domuzhneva@gmail.com*

Низкий уровень познавательной активности является характерной чертой студентов системы среднего профессионального образования, данный факт является не только острой образовательной проблемой, но и социальной. Отсутствие осознания возможностей применения знаний по информатике в будущей профессиональной деятельности ограничивает перспективы непрерывного профессионального роста будущих специалистов, рабочих и квалифицированных служащих. В этой связи представляет интерес создание гибкой методики обучения информатике студентов системы среднего профессионального образования, которая учитывает когнитивные, психологические и социальные особенности контингента, а также их уровень начальной подготовки.

В статье изложена сущность и содержание коллективного способа обучения информатике с применением полиметодического приема. Особенностью методики является гибкость и возможность адаптации под обозначенные характеристики контингента системы среднего профессионального образования, а также комплексное воздействие на уровень познавательной активности и уровень усвоения учебного материала по информатике. Для учета особенностей контингента разработаны критерии кластеризации по когнитивным, социальным и психологическим признакам, а также уровню начальной подготовки студентов. В учебно-технологических картах курса информатики определены методы и средства обучения в составе полиметодического приема (вопросно-задачный, игровой и интуитивный) в условиях коллективного способа обучения.

Программы и стратегии коллективного способа обучения (Дьяченко В.Ф.), цифровое учебно-методическое обеспечение каждого модуля образовательной программы по информатике определили структурно-логическую схему развития познавательной активности студентов. Опытнo-экспериментальная работа проводилась в 4-х группах студентов в разных образовательных условиях.

Результаты опытно-экспериментальной работы продемонстрировали, что наибольшее влияние на результат образовательного процесса имеют когнитивные характеристики контингента, а психотип восприятия имеет косвенное влияние на успешность обучения информатике.

Ключевые слова: обучение информатике; среднее профессиональное образование; коллективный способ обучения; полиметодический прием; кластеризация контингента СПО.

THE COLLECTIVE METHOD OF TEACHING COMPUTER SCIENCE TO STUDENTS OF SVE USING POLYMETHODIC TECHNIQUE

K. E. Timofeeva

*Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk,
Russian Federation*

*Murmansk Civil Engineering College named after N.E. Momot, Murmansk, Russian
Federation*

A low level of cognitive activity is a characteristic feature of students of the secondary vocational education system, this fact is not only an acute educational problem, but also a social one. The lack of awareness of the possibilities of applying computer science knowledge in future professional activities limits the prospects for continuous professional growth of future specialists, workers and qualified employees. In this regard, it is of interest to create a flexible methodology for teaching computer science to students of secondary vocational education, which takes into account the cognitive, psychological and social characteristics of the contingent, as well as their level of initial training. The article describes the essence and content of the collective method of teaching computer science using a polymethodic technique. A special feature of the methodology is its flexibility and adaptability to the specified characteristics of the secondary vocational education system, as well as its complex impact on the level of cognitive activity and the level of assimilation of educational material in computer science. To take into account the characteristics of the contingent, clustering criteria have been developed based on cognitive, social and psychological characteristics, as well as the level of initial training of students. The educational and technological maps of the computer science course define methods and means of teaching as part of a polymethodic technique (question-task, game and intuitive) in a collective learning environment. Programs and strategies of the collective way of learning (Dyachenko V.F.), digital educational and methodological support for each module of the educational program in computer science determined the structural and logical scheme of the development of cognitive activity of students.

The experimental work was carried out in 4 groups of students in different educational settings. The results of the experimental work have demonstrated that the cognitive characteristics of the contingent have the greatest impact on the outcome of the educational process, and the psychotype of perception has an indirect impact on the success of computer science education.

Keywords: computer science education; secondary vocational education; collective method of teaching; polymethodic method; clusterization of the SVE contingent.

Введение

Повышение экономического потенциала страны, на данном этапе развития общества, осуществляется, в том числе, за счет цифровизации производственных и образовательных процессов. Владение навыками в области информационных технологий является одним из приоритетных

требований современного работодателя к выпускнику системы среднего профессионального образования (далее – СПО). Контингент системы СПО осуществляет выбор профессии или специальности по остаточному принципу или под влиянием факторов внешней мотивации, это приводит к полному отсутствию связи представления о профессиональной деятельности с реальностью. Низкий уровень осознания необходимости усвоения предметных знаний дисциплин общеобразовательного цикла приводит к низкому уровню познавательной активности в процессе изучения информатики. В условиях дефицита на рынке труда рабочих, студенты предпочитают ограничить профессиональные навыки набором базовых компетенций. Таким образом, возникает противоречие между требованиями ФГОС СПО, профессиональными стандартами, требованиями работодателей и трудностями, возникающими в учебном процессе из-за низкого уровня познавательной активности студентов.

Ученые отмечают существенные трудности в усвоении теоретического материала по информатике [1] и его применением на практике [2]. Обозначенная проблематика усугубляется и тем, что исследованию особенностей контингента системы СПО в образовательном процессе уделяется мало внимания [3].

Исследователи считают познавательную активность целенаправленной деятельностью, ориентиром которой служит становление субъективных характеристик в учебной деятельности [4]. Проявление познавательной активности происходит с позиции качества деятельности личности, в отношении к ее содержанию и стремлению к овладению знанием [5, 6]. Многие ученые связывают уровень познавательной активности с интеллектуальной инициативой [7, 8], определяя ситуативную интеллектуальную инициативу, как низкий уровень познавательной активности, системную интеллектуальную инициативу, как средний уровень познавательной активности и творческую интеллектуальную инициативу, как высокий уровень познавательной активности.

Связь познавательной активности с интеллектуальной инициативой позволяет определить познавательную активность студентов СПО при изучении информатики в контексте данного исследования, как когнитивно-психолого-социальный отклик на познавательный процесс, определяющий личностно-мотивационный интерес к осознанному усвоению знаний и умений предметной области [9].

Методология исследования

В целях разрешения выявленного ранее противоречия предлагается разработка и применение гибкой методики обучения информатике в системе СПО, которая учитывает когнитивные, психологические, социальные особенности контингента, а также их уровень начальной подготовки.

Учет характеристик контингента позволяет оптимально сочетать методы и средства обучения в составе полиметодического приема для коллективной методики обучения информатике с целью повышения уровня познавательной активности и усвоения учебного материала.

Таким образом, целью настоящего исследования является разработка, обоснование и экспериментальная апробация коллективного способа обучения информатике студентов системы СПО с применением полиметодического приема, который обеспечивает повышение уровня познавательной активности и результативности усвоения учебного материала.

Создание методики с применением полиметодического приема осуществлялось в три этапа: выявление и анализ когнитивных, психологических, социальных характеристик обучающихся и уровня их начальной подготовки по информатике; кластеризация на подгруппы по критериальным уровням; отбор и обоснование методов и средств обучения для разных классов обучающихся; выбор и обоснование формы организации учебного процесса и экспериментальная проверка.

Когнитивно-психолого-социальный портрет обучающихся определялся при помощи специальных анкет, тестов и опросов. Выявлялось когнитивное состояние обучающегося (IQ-тест), психотип восприятия информации (психодиагностики), социально значимые особенности (анонимные анкеты+беседы) и уровень начальной подготовки по информатике (ОГЭ и ЕГЭ). Данную процедуру проходили 156 обучающихся Мурманского строительного колледжа им. Н.Е. Момота.

Для разных категорий студентов подбирались наиболее эффективные средства и методы обучения при помощи анкеты для преподавателей системы СПО. Преподавателям предлагалось оценить методы обучения (вопросно-задачный, игровой, интуитивный, объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, проблемного изложения, эвристический и исследовательский) с позиции активизации когнитивных процессов, возможности представления учебного материала для различных психотипов, повышения уровня социальной ответственности обучающихся и с позиции возможности учета уровня начальной подготовки. Результаты экспертного опроса позволили установить, что наиболее адекватными особенностям контингента СПО, являются вопросно-задачный, игровой и интуитивный методы. Они и были включены в состав полиметодического приема.

Способы реализации отобранных методов представлены на рис. 1. Выбор формы организации учебного процесса и средств полиметодического приема при обучении информатике осуществлялся по трем аспектам: организационному, методическому и диагностическому.

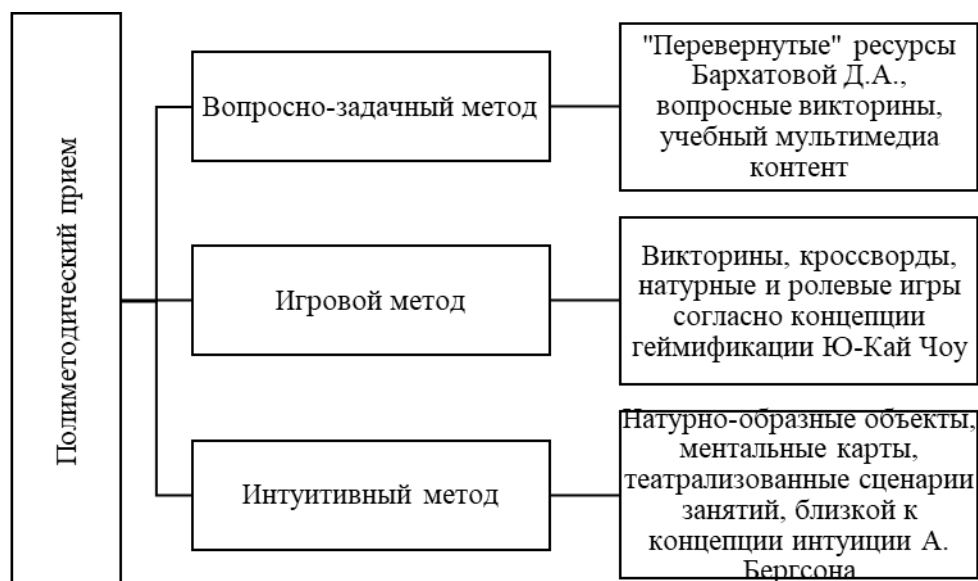


Рис.3. Способы реализации методов обучения в составе полиметодического приема

Организационный аспект включает возможные сценарии взаимодействия студентов и преподавателя в рамках учебного занятия. Методический аспект подразумевает подбор средств обучения содержанию дисциплины информатика в рамках выявленных методов и комплектование учебно-методического обеспечения курса. Диагностический аспект подразумевает объективную оценку усвоения обучающимися учебного материала по информатике при помощи авторской модели диагностики.

Коллективный способ обучения является особенностью разработанной методики при использовании полиметодического приема с доминантной составляющей групповой раздельно-перекрестной стратегией взаимного обучения.

Структурно-логическая схема методики коллективного способа обучения информатике отражена на рис 2.

Таким образом, сущностными компонентами методики являются.

1. Наличие для каждого модуля учебной программы учебно-технологической карты с описанием используемых методов и средств обучения.

2. Отобранные методы полиметодического приёма (с учебно-методическими ресурсами), соответствующие характеристикам контингента.

3. В целях реализации сценариев коллективного способа обучения производится кластеризация учебных групп на подгруппы с учетом когнитивного, психологического, социального критерия, а также критерия начальной подготовки по информатике.

4. Коллективный способ обучения адаптируется под учебные цели и задачи контингента системы СПО.

5. Оценка результатов освоения учебного материала производится согласно авторской диагностической модели.

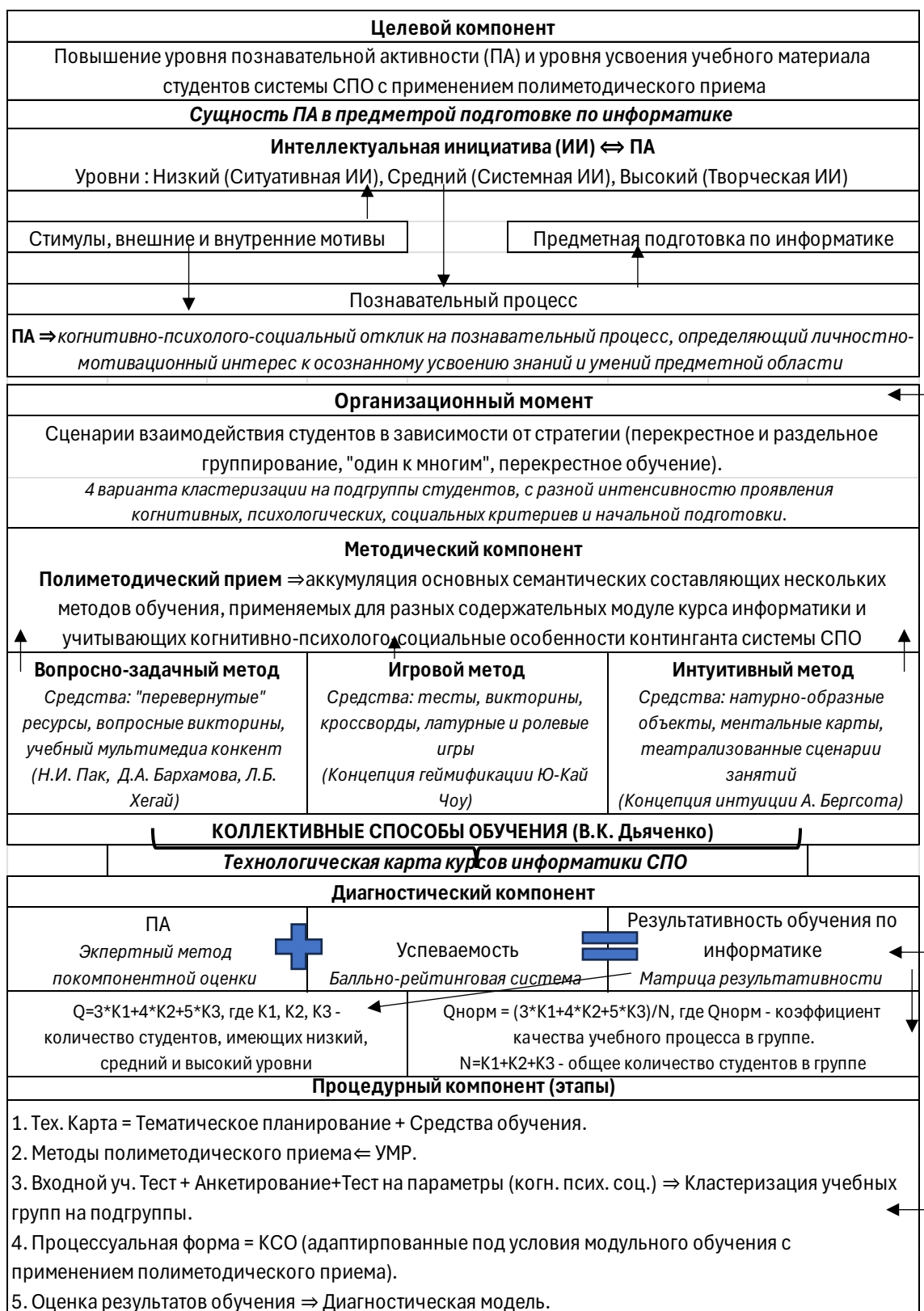


Рис. 4. Структурно-логическая схема методики коллективного способа обучения информатике

Результаты

На констатирующем и контрольном этапе эксперимента строилась матрица результативности для каждой экспериментальной группы. Результативность образовательного процесса определялась двумерным информационным вектором студента по двум характеристикам, уровню познавательной активности и уровню усвоения учебного материала. Затем, для каждой экспериментальной группы на констатирующем и контрольном этапах определялся коэффициент эффективности образовательного процесса. Формула вычисления коэффициента представлена на рис. 2.

Данные диагностики результативности учебного процесса для всех экспериментальных групп на констатирующем этапе эксперимента:

$$Q_{\text{норм.1}} = (3 \cdot 10 + 4 \cdot 9 + 5 \cdot 2) / 21 = 3,62.$$

$$Q_{\text{норм.2}} = (3 \cdot 10 + 4 \cdot 8 + 5 \cdot 2) / 20 = 3,6.$$

$$Q_{\text{норм.3}} = (3 \cdot 11 + 4 \cdot 8 + 5 \cdot 3) / 22 = 3,64.$$

$$Q_{\text{норм.4}} = (3 \cdot 11 + 4 \cdot 9 + 5 \cdot 3) / 23 = 3,66.$$

Диапазон коэффициентов качества учебного процесса в группах варьируется от 3,6 до 3,66, что является дополнительным подтверждением приблизительной тождественности начальных условий во всех экспериментальных группах.

После реализации обучения с применением полиметодического приема (на завершающей стадии учебного процесса) была повторно проведена диагностика уровня познавательной активности и уровня усвоения учебного материала по информатике, а также вычислен коэффициент качества учебного процесса в группах студентов:

$$Q_{\text{норм.1}} = (3 \cdot 2 + 4 \cdot 11 + 5 \cdot 8) / 21 = 4,29.$$

$$Q_{\text{норм.2}} = (3 \cdot 4 + 4 \cdot 10 + 5 \cdot 6) / 20 = 4,1.$$

$$Q_{\text{норм.3}} = (3 \cdot 6 + 4 \cdot 9 + 5 \cdot 7) / 22 = 4,05.$$

$$Q_{\text{норм.4}} = (3 \cdot 7 + 4 \cdot 10 + 5 \cdot 6) / 23 = 3,96.$$

Составим гистограмму для разности коэффициентов на констатирующем и контрольном этапах (рис. 3).

Таким образом, самый большой прогресс отмечается в группе, где кластеризация студентов на подгруппы велась с учетом когнитивного критерия (ЭГ1), на втором месте группа, где кластеризация велась с учетом социального критерия (ЭГ2), на третьем месте группа, где кластеризация велась по критерию начальной подготовки (ЭГ3), и на четвертом месте

группа, где кластеризация велась с учетом психологического критерия (ЭГ4).



Рис. 5. Разность коэффициентов констатирующего и контрольного этапов

Заключение

Результаты исследования можно выразить следующим образом. Определена сущность познавательной активности студентов при изучении информатики в системе СПО.

Определен диагностический инструментарий для выявления когнитивных, психологических и социальных особенностей контингента СПО, степени начальной подготовки по информатике, которые позволяют провести уровневую кластеризацию по этим критериям.

Проведена опытно-экспериментальная работа по апробации коллективного способа обучения студентов с применением полиметодического приема в процессе обучения информатике в разных образовательных условиях (на примере 4-х экспериментальных групп).

Установлено, что наибольшее влияние на усвоение учебного материала и уровень познавательной активности оказывают когнитивные характеристики контингента, диагностируемые при помощи IQ тестирования. Тестирование на определение ведущего канала восприятия информации в образовательном процессе эффективности не продемонстрировало.

На основании экспериментальных данных можно сделать вывод, что учет когнитивных и социальных характеристик контингента, уровня начальной подготовки в процессе обучения должен являться неотъемлемым компонентом реализации полиметодического приема в условиях коллективного способа обучения студентов системы среднего профессионального образования.

Таким образом, проведенный количественный и качественный анализ данных опытно-экспериментального обучения студентов на основе

коллективного способа с применением полиметодического приема показал свою эффективность и результативность. Коэффициент качества образовательного процесса увеличился во всех экспериментальных группах, что является прямым доказательством результативности методики и говорит о перспективности ее применения в образовательном процессе.

Библиографические ссылки

1. *Куклин В. Ж., Гриникун В. В., Шутикова М. И.* Обеспечение модульности, адаптивности и гибкости образовательных программ в системе высшего образования. Университетское управление: практика и анализ. 2020;24(1):60–67.
2. *Пак Н. И.* Ментальный подход к цифровой трансформации образования. Открытое образование. 2021. №25(5). С. 4–14.
3. *Жукова Е. С., Богоявленская Д. Б., Артеменков С. Л.* Соотношение одаренности, интеллекта, академической успешности и осознанной саморегуляции учебной деятельности. Психология саморегуляции в контексте актуальных задач образования: Материалы научной конференции. 2021. №1. С. 63–69.
4. *Аристова, Л.П.* Активность учения школьника / Москва : Просвещение. 1968. 139 с.
5. *Богуславский М. В. Шамова Т. И.* Метаобраз выдающегося ученого-педагога и деятеля образования / Шамовские педагогические чтения научной школы Управления образовательными системами : Сборник статей XIII Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Москва, 23 января – 01 2021 года. Том Часть 1. МАНПО: Международная академия наук педагогического образования, 5 за знания, 2021. С. 4-12.
6. *Шамова Т.И.* Избранное. М.: Центральное издательство. 2004. 320 с.
7. *Богоявленская Д. Б.* Метод исследования уровней интеллектуальной активности. Вопросы психологии. 1971. №1. С. 144–146.
8. *Жукова Е. С., Богоявленская Д. Б., Артеменков С. Л.* Соотношение одаренности, интеллекта, академической успешности и осознанной саморегуляции учебной деятельности. Психология саморегуляции в контексте актуальных задач образования: Материалы научной конференции. 2021. №1. С. 63–69.
9. *Тимофеева К. Е.* Полиметодический прием обучения информатике студентов системы среднего профессионального образования. Педагогическая информатика. 2023. №2. С. 222–230.

**ВОПРОСНЫЕ ВИКТОРИНЫ КАК СРЕДСТВО ОБУЧЕНИЯ
И ДИАГНОСТИКИ ЗНАНИЙ ОБУЧАЕМЫХ
(НА ПРИМЕРЕ ТЕМЫ «ЛОГИКА»)**

Е. А. Цыпленкова

*Красноярский государственный педагогический университет, Россия,
Красноярск, tcyplenkova@yandex.ru*

Работа посвящена исследованию результативности обучения с помощью вопросных викторин. Рассмотрены различные варианты игровых стратегий на основе известных телевизионных викторин «Своя игра», «Кто хочет стать миллионером», компьютерных викторин «Квест» и др. Показано, что при изучении темы «Логика», наиболее эффективным из рассмотренных компьютерных приложений оказалась викторина «Своя игра».

Ключевые слова: Учебные вопросные викторины; обучение и диагностика с помощью викторин; математическая логика.

**QUESTION QUIZZES AS A MEANS OF TEACHING AND
DIAGNOSING LEARNERS' KNOWLEDGE
(USING THE EXAMPLE OF THE TOPIC "LOGIC")**

E. A. Tsyplenkova

*Krasnoyarsk State Pedagogical University, Russia, Krasnoyarsk,
tcyplenkova@yandex.ru*

The paper is devoted to the study of the effectiveness of teaching using question quizzes. Various variants of game strategies based on the well-known television quizzes "Own game", "Who wants to become a millionaire", computer quizzes "Quest", etc. are considered. It is shown that when studying the topic "Logic", the quiz "Own game" turned out to be the most effective of the computer applications considered.

Keywords: Educational question quizzes; learning and diagnostics using quizzes; mathematical logic.

Введение

Игровые технологии играют важную роль в образовании. Игровая образовательная технология — научно обоснованная система взаимосвязанных действий, операций, а также форм, методов, приемов и средств по отбору и применению конкретных игровых моделей, игр и их элементов

с целью их последующего использования в образовательном процессе для решения педагогических задач [1]. В настоящее время большую популярность приобрели игровые викторины, которые могут создавать преподаватели и учителя для решения своих дидактических задач. Однако, возникает методическая проблема – как и какие вопросные викторины могут обеспечить эффективность обучения и диагностики знаний предметной области для современного обучающегося с ментальностью цифрового поколения?

Цель исследования – выявить какие игровые стратегии и компьютерные приложения для создания вопросных викторин имеют большую результативность при обучении и диагностики знаний, на примере темы «математическая логика».

Методология исследования

Для создания учебных вопросных викторин, в первую очередь, необходимо разработать и подобрать учебные вопросы и задания. Для этих целей удобно использовать метод пирамиды Б.Минто [2], который позволяет разработать вопросно-задачное дерево знаний предметной области. Метод пирамиды облегчает процесс создания цифровых образовательных ресурсов, в максимальной степени соответствующих особенностям современного поколения и удовлетворяющих принципам персонафикации обучения [3]. На примере темы «Логика» была разработана база вопросов и заданий.

Анализ популярных телевизионных и компьютерных викторин позволил отобрать из них четыре, наиболее подходящие для учебного процесса.

Викторина «Своя игра» - создается в формате телевизионной игры с вопросами разной сложности и стоимости, разделенными по категориям. На рис. 1 и рис. 2 показан процесс прохождения викторины. Игра фокусируется на скорости реакции, широте знаний и умении стратегически выбирать вопросы.



The screenshot shows the 'Joyteka викторина' interface. At the top, there is a logo and the text 'Joyteka викторина'. To the right, there are two buttons: 'ПЕРЕЗАПУСТИТЬ ВИКТОРИНУ' and 'ПОДКЛЮЧЕНИЕ ИГРОКОВ И РЕЗУЛЬТАТЫ'. Below this is a table with four rows of questions and six columns of values (100, 200, 300, 400, 500). The questions are related to logic and truth tables.

Задачи на построение таблиц истинности	100	200	300	400	500
Задачи на построение логических выражений	100	200	300	400	500
Задачи на преобразование логических выражений	100	200	300	400	500
Задачи на нахождение значений логических выражений	100	200	300	400	500

Рис. 1. Викторина «Своя игра»: основной экранный интерфейс

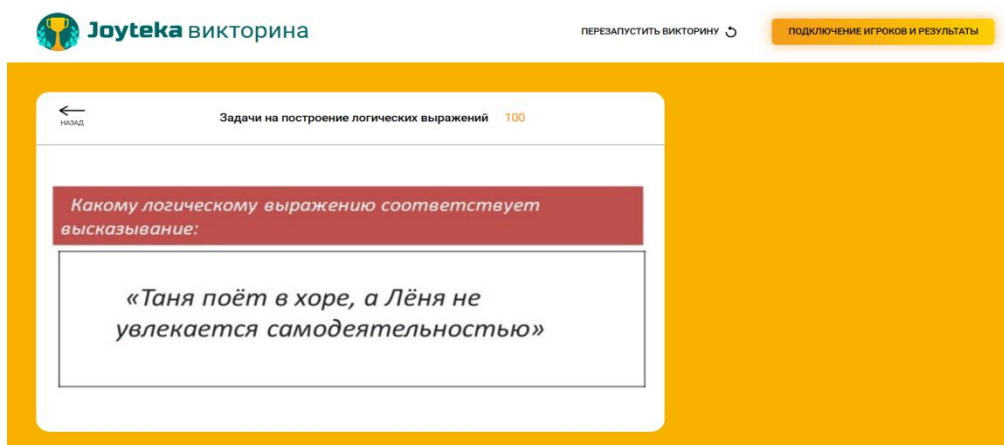


Рис. 2. Викторина «Своя игра»: текущая игровая страница

Викторина «Кто хочет стать миллионером». На рис. 3 показана текущая страница игрового поля. Ученикам предлагается ответить на вопросы возрастающей сложности, используя подсказки.



Рис. 3. Викторина «Кто хочет стать миллионером»

Тест-викторина. Это традиционный формат компьютерного теста с заданиями разной сложности (Рис. 4).



Рис. 4. Тест «Математическая логика»

Викторина «Квест-комната». На рис. 5 и рис. 6 показаны типичные страницы интерактивной игры, в которой ученикам необходимо решить ряд логических задач и головоломок, чтобы «выбраться из комнаты».

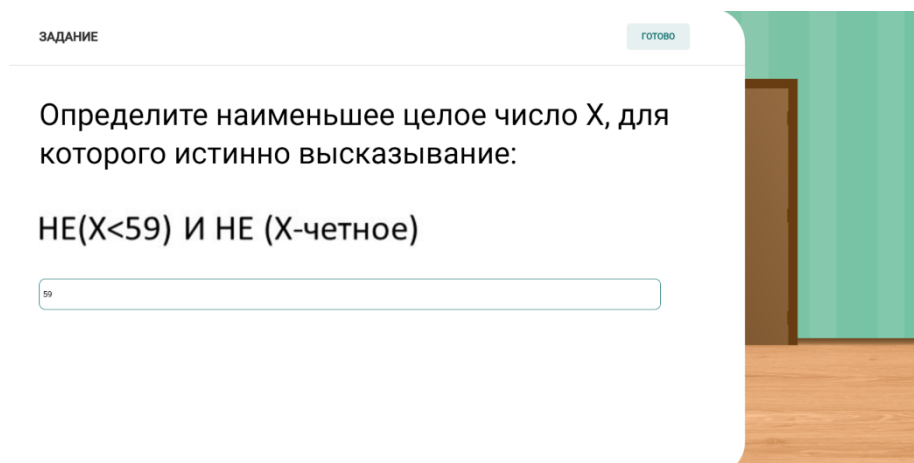


Рис. 5. Квест-комната «Математическая логика»

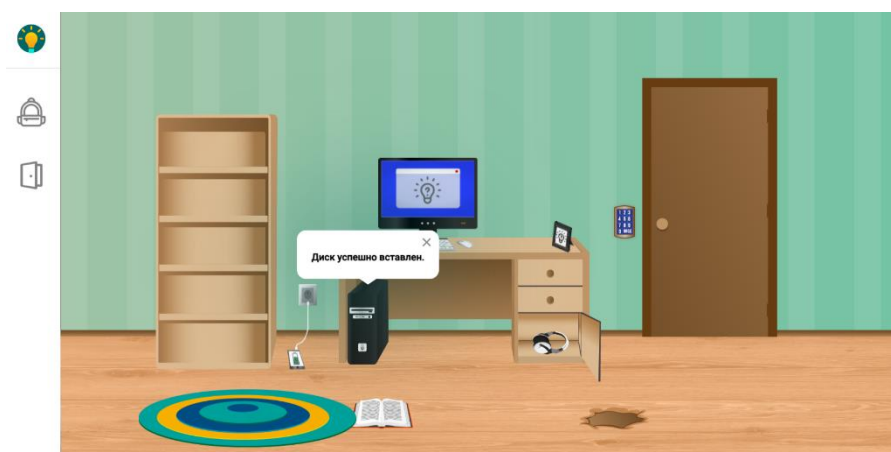


Рис. 6. Квест-комната «Математическая логика»

Для оценки дидактических качеств созданных учебных ресурсов была разработана анкета для экспертов, в роли которых выступили преподаватели КГПУ и учителя ряда школ г.Красноярска.

В анкету входили 4 вопроса, которые оценивали интерактивность, доступность, понятность изложения материала для целевой группы каждой вопросной викторины, которые определили, что наиболее эффективный ресурс для обучения темы «Математическая логика» является викторина «Своя игра».

Также созданные ресурсы были предложены в качестве учебных тренажеров для группы обучаемых. Эти же игровые викторины использовались в дальнейшем для оценки приобретенных знаний.

До внедрения в учебный процесс разработанных тренажеров по теме «Математическая логика» средний балл по теме среди обучающихся 10 класса был равен 3.8, а вовлеченность в традиционные формы работы оценивалась в 6.2 балла. После использования тренажеров средний балл повысился до 4.5, а вовлеченность в процесс до 8.1 балла.

Заключение

Игровые компьютерные викторины обеспечивают возможность обучения и диагностики знаний обучаемых по предмету при использовании дидактически грамотно подобранных учебных вопросов и заданий.

Экспертный анализ и тестовый педагогический эксперимент по применению разных вариантов игровых стратегий и их компьютерных реализаций в обучении учащихся показал, что наиболее результативным является викторина «Своя игра».

Таким образом, вопросные викторины по предметной области могут быть использованы как средство обучения и диагностики знаний. Для изучения математических тем более предпочтительным является игровая стратегия по типу викторины «Своя игра»

Библиографические ссылки

1. Рудинский И. Д., Бусель С. В. Игровые образовательные технологии и практики: предпосылки и особенности применения // Отечественная и зарубежная педагогика. 2024. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/igrovyie-obrazovatelnye-tehnologii-i-praktiki-predposylki-i-osobennosti-primeneniya> (date of access: 10.04.2025).

2. Минто Б. Золотые правила Гарварда и McKinsey. Правила магической пирамиды для делового письма. М.: РОСМЭН-ПРЕСС, 2004. 192 с.

3. Пак Н. И., Бархатова Д. А., Хегай Л. Б. Метод пирамиды в условиях цифровизации образования // Вестник РУДН. Серия: Информатизация образования. 2022. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-piramidy-v-usloviyah-tsifrovizatsii-obrazovaniya> (date of access: 10.04.2025).

РАЗДЕЛ VI ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ

УДК 004.8 (378.147)

ТЕСТИРОВАНИЕ ПЛАТФОРМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ»

Н. А. Азаров¹⁾, Л. Л. Голубева²⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск,
nikita2000.azarov1@gmail.com

²⁾Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск,
goloubeva@bsu.by

Технологии на основе AI меняют подход к обучению, коммуникациям и работе с информацией. Интеллектуальные системы и нейронные сети умеют искать и систематизировать данные, генерировать идеи и новый контент. Это объясняет высокую актуальность применения искусственного интеллекта в сфере образования. В работе рассматривается опыт применения систем искусственного интеллекта при реализации отдельной дисциплины.

Ключевые слова: искусственный интеллект; дифференциальные уравнения; образование; тестирование; высшая математика; ChatGPT; DeepSeek; Grok.

TESTING ARTIFICIAL INTELLIGENCE PLATFORMS FOR STUDYING THE COURSE «DIFFERENTIAL EQUATIONS»

N. A. Azarov¹⁾, L. L. Goloubeva²⁾

¹⁾Belarusian State University, Belarus, Minsk, *nikita2000.azarov1@gmail.com*

²⁾Belarusian State University, Belarus, Minsk, *goloubeva@bsu.by*

AI-based technologies are changing the way we learn, communicate and work with information. Intelligent systems and neural networks are able to search and organize data, generate ideas and new content. This explains the high relevance of the application of artificial intelligence in the field of education. The paper considers the experience of application of artificial intelligence systems in the realization of a particular discipline.

Keywords: artificial intelligence; differential equations; education; testing; higher mathematics; ChatGPT; DeepSeek; Grok.

Введение

Одной из дисциплин, традиционно изучающих на технических специальностях высших учебных заведений, является курс дифференциальных уравнений.

Дисциплина «Дифференциальные уравнения» является естественным продолжением дисциплины «Математический анализ», в основном опирается на знания, умения и навыки, полученные студентами при изучении таких дисциплин как «Математический анализ», «Алгебра и теория чисел» [1, 2].

Эта дисциплина, как правило, вызывает сложности у студентов. Одной из ключевых трудностей, с которыми сталкиваются студенты при изучении дифференциальных уравнений, является недостаточная математическая подготовка, в частности слабое владение фундаментальными разделами математического анализа и линейной алгебры. Но также большое влияние на качество обучения оказывают технологии и методы преподавания. Они требуют адаптации традиционного образования к современным реалиям. Одним из наиболее перспективных инструментов, востребованных сегодня не только в образовании, но и во многих других сферах жизни, является искусственный интеллект (ИИ).

Цель исследования – исследовать влияние технологий искусственного интеллекта на процесс изучения дисциплины «Дифференциальные уравнения».

Обзор возможностей платформ искусственного интеллекта

На сегодняшний день имеется широкий выбор платформ на базе искусственного интеллекта, которые возможно использовать в образовательных целях. В рамках исследования остановимся на трех чат-ботах: ChatGPT, DeepSeek и Grok. Эти продукты разработаны различными компаниями. Все они имеют определенные сходства, но также обладают своими особенностями.

ChatGPT – это популярная большая языковая модель от компании OpenAI, которая известна своей универсальностью и широким спектром применения. Одной из особенностей сервиса является наличие платной подписки, для расширения возможностей использования чат-бота. На данный бесплатный версией ChatGPT является GPT-4o mini [3].

GPT-4o mini хорошо справляется с логическими задачами набрав 82,0% в MMLU. Также она отлично справляется с математическими рассуждениями и задачами по кодированию, превосходя предыдущие небольшие модели, представленные на рынке. В MATH-500, тестирующем математические рассуждения, GPT-4o mini набрал 70,2% [4, 5]. Недостатком в работе с данным ресурсом является то, что для его использования требуется наличие VPN.

DeepSeek – современная нейросеть, разработанная для быстрой и точной обработки данных. Благодаря использованию современных алгоритмов глубокого обучения она способна работать с различными типами информации, будь то текст, изображение или звук. Простота использования и адаптированность под нужды как специалистов, так и обычных пользователей делают эту технологию востребованной в самых разных сферах [6]. Нейросеть создана китайской компанией «High-Flyer». Сейчас актуальной версией для работы с математикой является DeepSeek-R1. Ресурс является полностью бесплатным. DeepSeek- R1 набрал 90,8% в MMLU. Также модель получила 97,3% в MATH-500 [7].

Grok-3 – это новейшая языковая модель от компании «xAI», обладающая большой вычислительной мощностью. В её арсенале есть специальные инструменты: DeepSearch – для пошагового логического рассуждения и Big Brain Mode — для работы с особенно сложными задачами. На данный момент Grok-3 находится в режиме бета-тестирования [8]. Для использования данной нейросети также требуется наличие VPN. Grok-3 набрал 79,9% в MMLU. Также модель получила 52,2% в AIME-2024 [9].

Экспериментальное тестирование студентов

Для проверки эффективности работы нейросетей в рамках изучения дисциплины «Дифференциальные уравнения» было проведено исследование со студентами 2 курса механико-математического факультета БГУ. В эксперименте приняло участие 51 человек. Студентам было предложено изучить тему «Линейные уравнения, приводящиеся к стационарным линейным уравнениям» при помощи одного из источников на выбор: учебное пособие «Обыкновенные дифференциальные уравнения» Р.А. Прохоровой, ChatGPT, DeepSeek или Grok. При этом учебное пособие выбрало 13 человек, ChatGPT – 13 человек, DeepSeek – 12 человек и Grok – 13 человек.

Для проверки качества изученного материала было предложено решить 3 задания по данной теме при помощи выбранного источника информации и 3 аналогичных задания самостоятельно.

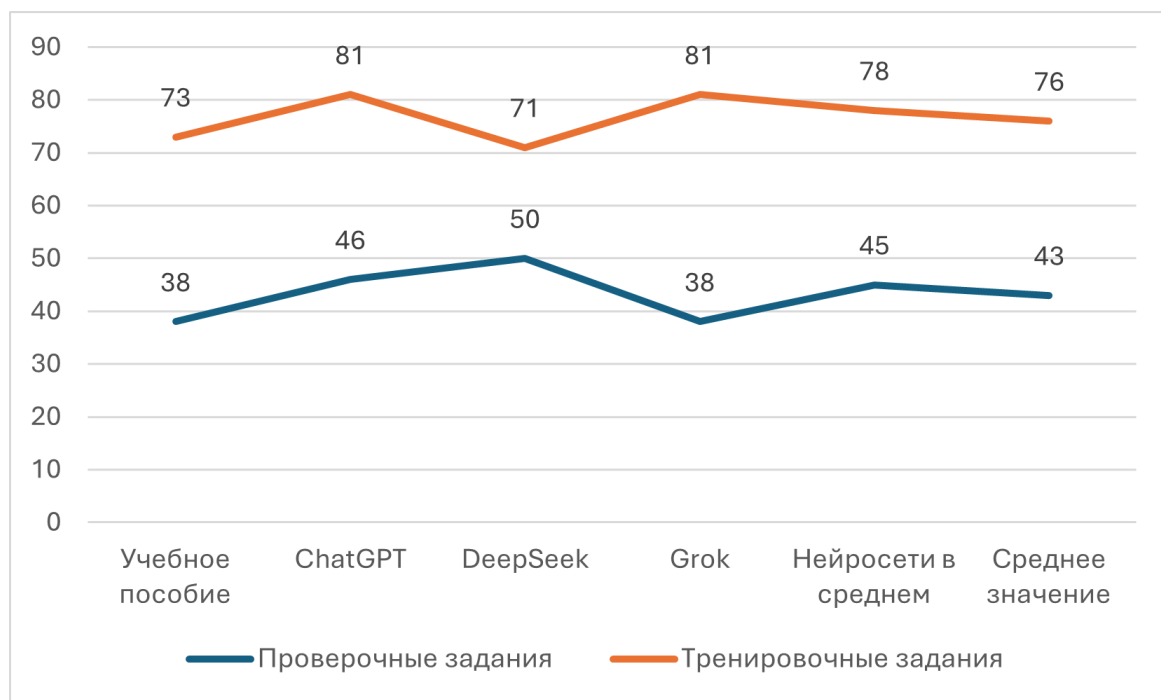
Анализ результатов проведенного эксперимента

По итогам проведенного исследования были получены следующие результаты.

Выполнение тренировочных заданий студентами с использованием различных источников информации показало средний уровень успешности — 76%. В частности, при использовании учебного пособия данный показатель составил 73%, при применении ChatGPT – 81%, DeepSeek – 71%, а Grok – 81%. В среднем при помощи нейросетей результат составил 78%.

Проверочные задания, которые студенты решали самостоятельно, в среднем решены на 43%. При этом, те студенты, которые готовились при помощи учебного пособия, решили 39% заданий. Те, кто готовился при помощи ChatGPT, их результат составил 46%, при помощи DeepSeek – 50%, Grok – 39%. Средний результат студентов, которые готовились с чат-ботами, составил 45%.

Результаты удобно изобразить на графике, представленном на Рисунке.



Результаты проведенного исследования

Полученные результаты могут быть объяснены тем, что использование искусственного интеллекта, в отличие от традиционного учебного пособия, предоставляет студентам возможность задавать уточняющие вопросы по изучаемому материалу. Данная особенность способствует более глубокому освоению темы занятия.

Однако, стоит учесть, что чат-боты могут допускать ошибки, что может вводить студентов в заблуждение. В отзывах студентов, касающихся опыта взаимодействия с искусственным интеллектом, были отмечены конкретные примеры таких ошибок. Среди них: некорректное распознавание уравнений с фотографий, ошибочное интегрирование функций, а также неверное определение корней характеристического уравнения.

Заключение

Искусственный интеллект становится вспомогательным, но ценным инструментом, который может помочь в организации эффективного учебного процесса, выстраивании необходимых коммуникаций, поиске и систематизации данных, выполнении прогнозной аналитики. Быстро осваивать и внедрять в свою жизнь современные технологии – полезное умение. Эффективное использование технологий ИИ в сфере высшего образования улучшает образовательные процессы, заставляет переосмыслить подходы к обучению, что позволит осуществлять подбор оптимальной стратегии обучения, адаптированной под индивидуальные способности студентов, а также потребности рынка труда.

Библиографические ссылки

1. Дифференциальные уравнения: учебная программа УВО по учебной дисциплине для специальностей: 6-05-0533-08 Компьютерная математика и системный анализ, 6-05-0533-06 Математика №1887/6. / М.Н. Василевич и др. [Электронный ресурс] URL: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/324792> (дата доступа: 02.03.2025).
2. Дифференциальные уравнения: учебная программа УВО по учебной дисциплине для специальностей: 6-05-0533-07 Математика и компьютерные науки. Профилизации: Веб-программирование и интернет-технологии, Математическое и программное обеспечение мобильных устройств, Математика №2044/6. / М.Н. Василевич и др. [Электронный ресурс]. URL: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/327009>. (дата доступа: 02.03.2025).
3. ChatGPT Get answers. Find inspiration. Be more productive [Electronic resource]. URL: <https://openai.com/chatgpt/overview/>. (date of access: 02.03.2025).

4. GPT-4o mini: advancing cost-efficient intelligence [Electronic resource]. Mode of access: <https://openai.com/index/gpt-4o-mini-advancing-cost-efficient-intelligence/> (date of access: 02.03.2025).
5. *Marchi, J.* OpenAI's GPT-4o mini: AI Power Meets Affordability [Electronic resource] / The Digital Insider. URL: <https://thedigitalinsider.com/openais-gpt-4o-mini-ai-power-meets-affordability/> (date of access: 11.03.2025).
6. ИИ-модель DeepSeek V3 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://deepseekcom.ru/deepseek-v3/> (дата доступа: 09.03.2025).
7. deepseek-ai/DeepSeek-V3 [Electronic resource]. Mode of access: <https://github.com/deepseek-ai/DeepSeek-V3> (date of access: 05.03.2025).
8. Тест Grok-3 против DeepSeek-r1: когда бесплатный ИИ наступает на пятки платному [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/bothub/articles/885618/> (дата доступа: 14.03.2025).
9. Grok 3 Beta — The Age of Reasoning Agents [Electronic resource]. Mode of access: <https://x.ai/news/grok-3> (date of access: 25.02.2025).

НЕЙРОБАЙЕСОВСКИЕ МЕТОДЫ

Г. С. Афанасенко

*Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск,
redstray12@yandex.ru*

Данная статья основана на результатах курсовой работы. Здесь рассматриваются основные концепции байесовских нейронных сетей, их математические основы и реализация в виде программного фреймворка. Приводится теоретическое обоснование байесовского подхода, рассматриваются его отличия от частотного подхода в статистике. Описывается процесс построения байесовских нейронных сетей, а также реализованный фреймворк для их обучения, выполненный на C++. Представлены результаты тестирования фреймворка на популярных наборах данных, таких как FashionMNIST и CIFAR10.

Ключевые слова: байесовская статистика; байесовские нейронные сети; вариационный вывод; вариационная нижняя оценка; C++ биндинги; нейронные сети; байесовский подход.

NEUROBAYESIAN METHODS

G. S. Afanasenko

Belarussian state university, Belarus, Minsk, redstray12@yandex.ru

This article discusses the basic concepts of Bayesian neural networks, their mathematical foundations and implementation in the form of a software framework. The theoretical justification of the Bayesian approach is given, and its differences from the frequency approach in statistics are considered. The process of building Bayesian neural networks is described, as well as an implemented framework for their training in C++. The results of testing the framework on popular datasets such as FashionMNIST and CIFAR10 are presented.

Keywords: Bayesian statistics; Bayesian neural networks; variational inference; variational lower bound; C++ bindings; neural networks; Bayesian approach.

Введение

В современном мире развитие нейронных сетей и глубинного обучения происходит очень быстро. Регулярно появляются новые методы обучения нейронных сетей, новые архитектуры, новые слои или приёмы, каждая из которых имеют свои особенные полезные эффекты и поведение. К сожалению, из-за многомерности данных, их сложной структуры и общей

сложности задач обучения нейронных сетей, люди всё меньше и меньше могут объяснить, почему тот или иной трюк, слой работают. Получение истинного понимания принципа работы нейронных сетей позволяют усовершенствовать уже существующие методы и изобрести новые. По этой теме сделано большое количество исследований и работ на английском языке.

Целью курсовой работы будет разобрать самые базовые концепции и понятия нейробайесовских методов, собрать их в одной работе и предоставить весь материал, чтобы другие заинтересованные люди могли ознакомиться с ними на русском языке. Более подробно, в этой работе будет проведён разбор со всеми математическими выкладками ряда самых известных зарубежных статей по этой теме с дальнейшим объяснением их на более понятном языке. Как результат, курсовая работа будет собой представлять небольшой учебник по нейробайесовским методам.

Теоретические сведения

Байесовская статистика отличается от частотной трактовки вероятностей тем, что вероятность в байесовском подходе интерпретируется как степень уверенности в истинности гипотезы. Основным инструментом — теорема Байеса:

$$P(\theta | D) = \frac{P(D | \theta)P(\theta)}{P(D)} \quad (1)$$

$$p(\theta, D_x, D_y) = p(\theta | D_x, D_y)p(D_x, D_y) \quad (2)$$

Рассмотрим вероятностную модель (2), где $D_x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, $D_y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$, $n \gg 1$, $\theta \in \mathbb{R}^d$

Использование байесовского подхода вместо частотного позволяет перейти от точечной оценки параметров вероятностных моделей к оценке их распределения в условиях неопределённости.

Для получения апостериорного распределения будем пробовать приблизить апостериорное распределение $p(\theta | D_x, D_y)$ параметризованным распределением $q(\theta | \varphi)$ путём минимизации дивергенции Кульбака-Лейблера $KL(q(\theta | \varphi) \| p(\theta | D_x, D_y))$. То есть

$$\hat{\varphi} = \arg \max_{\varphi} KL(q(\theta | \varphi) \| p(\theta | D_x, D_y)) \quad (3)$$

Для того, чтобы считать значение самой функции и её градиента, нам бы потребовалось уметь считать значение $p(\theta | D_x, D_y)$, которое мы и пытаемся найти. Поэтому требуется найти альтернативный оптимизируемый функционал. Если мы распишем KL-дивергенцию, то получим (4).

$$\begin{aligned} KL(q(\theta | \varphi) || p(\theta | D_x, D_y)) = \\ = \underbrace{\mathbb{E}_{\theta \sim q(\theta | \varphi)} [\log q(\theta | \varphi)] - \mathbb{E}_{\theta \sim q(\theta | \varphi)} [\log p(\theta, D_x, D_y)]}_{-ELBO(\varphi, D)} + \log p(D_x, D_y) \end{aligned} \quad (4)$$

Получившееся значение $ELBO(\varphi, D)$ называется вариационной нижней оценкой (Evidence Lower Bound). Оно также записывается, как $L(\varphi, D)$. С учётом свойств вариационной нижней оценки задача о минимизации дивергенции Кульбака-Лейблера по параметрам φ эквивалентна задаче о максимизации вариационной нижней оценки по тем же параметрам φ .

Для оптимизации вариационной нижней оценки воспользуемся градиентным спуском. Наложив определённые условия на вероятностную модель, мы получим значение градиента (5).

$$\frac{\partial(-L(\varphi))}{\partial \varphi} = \mathbb{E}_{q(\theta | \varphi)} \left[\frac{\partial \log q(\theta | \varphi)}{\partial \varphi} (\log q(\theta | \varphi) - \log p(D_y | \theta, D_x) - \log p(\theta)) \right] \quad (5)$$

Для подсчёта интеграла приблизим его с помощью метода Монте-Карло [1]. Описанный метод оптимизации (6) называется стохастический вариационный вывод и является самым базовым подходом. Однако, такой метод имеет большой недостаток — большую дисперсию значений. Позднее было предпринято ряд попыток улучшения метода [2], [3].

$$\begin{aligned} \theta_k \sim q(\theta | \varphi), k = \overline{1 \dots K} \\ -\text{grad} L(\varphi) \approx \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \frac{\partial \log q(\theta | \varphi)}{\partial \varphi} (\log q(\theta_k | \varphi) - \log p(D_y | \theta_k, D_x) - \log p(\theta_k)) \end{aligned} \quad (6)$$

Рассмотрим метод [2], который называется «трюк с репараметризацией». Основная идея метода заключается в том, чтобы репараметризовать оцениваемые параметры (7). После чего мы можем переписать градиент с учётом этой репараметризации (8)

$$\theta = g(\varepsilon, \varphi), \varepsilon \sim r(\varepsilon) \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_k &\sim r(\varepsilon), k = \overline{1 \dots K} \\ \theta_k &= g(\varepsilon_k, \varphi) \\ \frac{\partial(-L(\varphi))}{\partial \varphi} &\approx \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \frac{\partial}{\partial \varphi} (\log q(\theta_k | \varphi) - \log p(D_y | \theta_k, D_x) - \log p(\theta_k)) \end{aligned} \quad (8)$$

Такой метод сильно упрощает процесс обучения с помощью градиентного спуска, и позволяет использование механизма автодифференцирования из любого популярного фреймворка. Также такой метод имеет на порядки меньшую дисперсию. Существует ряд других подходов, позволяющих уменьшить дисперсию стохастического градиента, один из которых мы также рассмотрим ниже.

Предыдущие теоретические выкладки применимы во многих областях глубинного обучения и обучения с подкреплением. В частности, обыкновенный стохастический вариационный вывод лёг в основу алгоритма REINFORCE, который является разновидностью policy-gradient алгоритма в обучении с подкреплением. Кроме того, возможно использование полученных формул для объяснения устройства работы Dropout слоя в нейронных сетях.

Байесовские нейронные сети

Использование нейробайесовских методов не ограничивается теорией. Их использование возможно на практике при разработке новых архитектур нейронных сетей. К примеру, возможно применение байесовского подхода для линейного слоя нейронной сети. Как известно, обыкновенный линейный слой можно записать в виде (9).

$$y = Wx + b, x \in \mathbb{R}^n, y \in \mathbb{R}^m, W \in \mathbb{R}^{m \times n}, b \in \mathbb{R}^m \quad (9)$$

$$\begin{aligned} W &\sim p(W | x) \\ b &\sim p(b | x) \\ y &= Wx + b \end{aligned} \quad (10)$$

Если применить байесовский подход к линейному слою, то получим (10). Как и раньше мы хотим приблизить истинные апостериорные распределения параметров с помощью некоторых параметрических $q(W | \varphi_w), q(b | \varphi_b)$ и затем использовать их в результате функционирования нейронной сети. Обучаем такой слой по тем же формулам градиентов, которые указаны

выше. Однако, в [3] предложили другой способ, который позволяет ещё сильнее уменьшить дисперсию стохастического градиента за счёт решения проблем с появляющимися ковариациями между разными примерами одного батча при обучении. Этот метода называется локальная репараметризация. Основная идея в том, чтобы применять метод Монте-Карло не к параметрам, а сразу к результату работы слоя (11)

$$y \sim p(y|x) \tag{11}$$

Это возможно не во всех случаях, но наиболее часто используемый случай — это нормальные распределения, которые позволяют сделать локальную репараметризацию.

Фреймворк на C++

Реализация фреймворка происходила на C++20 с дальнейшим биндингом этого фреймворка в Python 3.12, как полноценного пакета-расширения. В качестве системы сборки плюсовой части использовался CMake, а для биндинга внутрь Python — PyBind11. Чтобы создать пакет-расширение с возможностью дальнейшего распространения в интернете требуется создать wheel-пакет с расширением .whl, который будет возможно установить обычной командой `pip install *.whl`. Для сборки такого wheel-пакета будет использован `scikit-build 0.18`, который автоматически компилирует C++ часть проекта и собирает её в файл общей библиотеки .so, а также собирает итоговой .whl-пакет, в который подсоединяет файлы общей библиотеки.

С точки зрения функционала фреймворка, он покрывает базовые потребности в обучении нейронных сетей подобно уже известным PyTorch, TensorFlow. При проектировании архитектуры было уделено внимание тому, чтобы интерфейс функций, классов и методов был знаком всем пользователям уже известных библиотек.

Заключение

В ходе работы были разобраны основные научные статьи по нейробайесовским методам, выполнены математические выкладки и объяснения на русском языке.

Дано объяснение о том, что из себя представляют байесовские сети и байесовские нейронные сети, в том числе сравнение с классическими нейронными сетями. Также было дано несколько обоснований полезности

нейробайесовских методов, которые были подкреплены практическими экспериментами на наборах данных CIFAR10, FashionMNIST.

Также был реализован основной функционал фреймворка для обучения нейронных сетей, который, однако, требует будущей доработки.

Библиографические ссылки

1. *Ranganath R.* Black box variational inference. 17th International Conference on Artificial Intelligence and Statistics. 2014.

2. *Diederik P. Kingma, Max Welling.* Auto-encoding variational bayes. 2nd International Conference on Learning Representations. 2014.

3. *Diederik P. Kingma, Tim Salimans, and Max Welling.* Variational dropout and the local reparameterization trick. In Proceedings of the 28th International Conference on Neural Information Processing Systems 2015. № 28.

МЕТОД l_3 -КУБИЧЕСКОЙ РЕГУЛЯРИЗАЦИИПан Тай¹⁾, Бо Ю²⁾¹⁾ Университет технологий Даляня, Китай, Далянь, pangtai@mail.dlut.edu.cn²⁾ Университет технологий Даляня, Китай, Далянь, yubo@dlut.edu.cn

В данной статье представлен новый метод кубической регуляризации для задачи минимизации без ограничений. В качестве регуляризирующего члена используется сепарабельная норма $\|s\|_3^3$ вместо стандартной $\|s\|_2^3$, что позволяет более эффективно решать подзадачи. Доказана сходимость метода и получена оценка его наихудшей итерационной сложности $\mathcal{O}(\varepsilon^{-2})$. Для эффективного решения подзадач кубической регуляризации ℓ_3 предлагается алгоритм с тремя порогами. Проведены численные эксперименты, демонстрирующие эффективность предложенного метода.

Ключевые слова: кубическая регуляризация; гладкая минимизация без ограничений; норма ℓ_1 .

THE l_3 -CUBIC REGULARIZATION METHODPang Tai¹⁾, Bo Yu²⁾¹⁾ Dalian university of technology, China, Dalian, pangtai@mail.dlut.edu.cn²⁾ Dalian university of technology, China, Dalian, yubo@dlut.edu.cn

In this paper, a new cubic regularization method for unconstrained minimization is introduced. It uses separable $\|s\|_3^3$ instead of $\|s\|_2^3$ as the regularization term, so that it is possible to solve the subproblems more efficiently. Its convergence is proved and the worst-case iteration complexity is shown to be $\mathcal{O}(\varepsilon^{-2})$. To solve the ℓ_3 -cubic regularization subproblems efficiently, a 3-thresholding algorithm is proposed. Numerical experiments are done to show the efficiency of the proposed method.

Keywords: Cubic regularization; Smooth unconstrained minimization; ℓ_3 norm.

Introduction

The cubic regularized Newton (CRN) method,

$$x^{k+1} = x^k + \arg \min_s \left\{ m_k(s) \triangleq f_k + (g^k)^\top s + \frac{1}{2} s^\top H_k s + \frac{\omega_k}{6} \|s\|_3^3 \right\}, \quad (1.4)$$

for solving the unconstrained optimization problem

$$\min_{x \in \mathbb{R}^n} f(x) \quad (1.5)$$

where $f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ is a twice differentiable function, ω_k is chosen such that: $\forall x \in \mathbb{R}^n$,

$$f(x) \leq m_k(x - x^k) \quad (1.6)$$

and f_k, g^k, H_k represent the function value, gradient and the Hessian of f at x^k , respectively. The class of methods was systematically studied by Nesterov and Polyak [1], and the similar idea was independently used by Griewank et al. [2], in which

$$m_k(s) = f_k + (g^k)^\top s + \frac{1}{2} s^\top H_k s + \frac{\sigma_k}{6} \|s\|_{G_k}^3, \quad (1.7)$$

where regular parameters σ_k and positive definite weight matrices G_k are iteratively chosen to ensure the overestimation property while preserving affine invariance.

Furthermore, Weiser et al. [3] also pursued the same line of thought as Griewank et al. with $G_k = G$. If the objective Hessian is globally Lipschitz continuous, global convergence to second-order critical points and asymptotically quadratic rate of convergence are also proved. Besides, if the objective Hessian is globally Lipschitz continuous and positive definite, CRN method has a better global iteration complexity bound [4] [5], to line-search and trust region strategies. CRN method addresses the drawback of Newton's method that can't handle degenerate Hessians and provides an alternative globalization strategy.

The paper is organized as follows. The ℓ_3 -cubic regularization method, its convergence, complexity results are given in Section 2, a 3-thresholding algorithm for solving the subproblems is given in Section 3, experimental results are in Section 4 and the conclusions follow in Section 5.

The ℓ_3 -cubic regularization method.

In this section, we introduce an ℓ_3 -cubic regularization (ℓ_3 -CR) method, prove its convergence and give some complexity results. The ℓ_3 cubic subproblem of ℓ_3 -CR method is as follows:

$$\min_{s \in \mathbb{R}^n} \left\{ C_k(s) \triangleq f_k + (g^k)^\top s + \frac{1}{2} s^\top H_k s + \frac{\omega_k}{6} \|s\|_3^3 \right\}. \quad (1.8)$$

Using the separable $\|s\|_3^3$ instead of inseparable $\|s\|_2^3$ will ensure that we can solve the new cubic subproblems more efficiently, although the second term is inseparable. Then, we give an adaptive ℓ_3 -CR method in Figure 1. We are now ready to prove the first convergence result for the method. In particular, we show that there is a subsequence of $\{g^k\}$ converging to zero.

Algorithm 1 ℓ_3 -cubic regularization method

Input: initial value x^0 ; parameters $\gamma_2 \geq \gamma_1 > 1$, $1 > \eta_2 \geq \eta_1 > 0$, k_{max} and $M_0 > 0$.
For $k = 0, 1, \dots, k_{max}$, do

1. Compute a step s^k by solving the ℓ_3 -cubic regularization subproblem such that

$$C_k(s^k) \leq C_k(s_c^k),$$

where $s_c^k = -\alpha_k^c g^k$ is the Cauchy point with

$$\alpha_k^c = \arg \min_{\alpha \in \mathbb{R}^+} C_k(-\alpha g^k) = \frac{-(g^k)^\top H_k g^k + \sqrt{((g^k)^\top H_k g^k)^2 + 2M_k \|g^k\|_3^3 \|g^k\|_2^2}}{M_k \|g^k\|_3^3};$$

2. Compute

$$\rho_k = \frac{f(x^k) - f(x^k + s^k)}{f(x^k) - C_k(s^k)};$$

3. Set

$$x^{k+1} = \begin{cases} x^k + s^k, & \text{if } \rho_k \geq \eta_1, \\ x^k, & \text{otherwise;} \end{cases}$$

4. Set

$$M_{k+1} \in \begin{cases} [0, M_k], & \text{if } \rho_k > \eta_2, & \text{(very successful step)} \\ [M_k, \gamma_1 M_k], & \text{if } \eta_1 \leq \rho_k \leq \eta_2, & \text{(successful step)} \\ [\gamma_1 M_k, \gamma_2 M_k], & \text{otherwise;} & \text{(unsuccessful step)} \end{cases}$$

5. If termination criterions are satisfied, then return x^k and break;

6. If $k = k_{max}$ without convergence, return failure information.
-

Fig.1. ℓ_3 -cubic regularization method.

Theorem 1: Suppose $\|H_k\|_1 \leq \kappa_2$ hold for all $k \geq 0$ and $\kappa_2 \geq 0$. If $\{f(x^k)\}$ is bounded below, then

$$\liminf_{k \rightarrow \infty} \|g^k\| = 0. \quad (1.9)$$

Our next result shows the Q-quadratic asymptotic convergence of the ℓ_3 -cubic regularization method.

Theorem 2: If $\nabla_s C_k(s^k) = 0$ and $\|H(x) - H(y)\|_1 \leq L_H \|x - y\|_3$ hold for all x, y sufficiently close to x^* , $x^k \rightarrow x^*$, as $k \rightarrow \infty$ and $H(x^*)$ is positive definite, then g^k converges to zero, and x^k to x^* , Q-quadratically, as $k \rightarrow \infty$.

If the subproblem satisfies $\|\nabla_s C_k(s^k)\| \leq \theta_k \|g^k\|$, then our subsequent result establishes Q-quadratic asymptotic convergence of the ℓ_3 -cubic regularization method.

Theorem 3: If $\|\nabla_s C_k(s^k)\| \leq \theta_k \|g^k\|$, $\nabla_s C_k(s^k)^\top s^k \leq 0$ and $\|H(x) - H(y)\|_1 \leq L_H \|x - y\|_3$ hold for all x, y sufficiently close to x^* , $x^k \rightarrow x^*$, as $k \rightarrow \infty$ and $H(x^*)$ is positive definite, then g^k converges to zero, and x^k to x^* , Q-quadratically, as $k \rightarrow \infty$.

We are now ready to give an improved complexity bound for the ℓ_3 -cubic regularization method.

Theorem 4: Let $\|H_k\| \leq \kappa_2$ for all $k \geq 0$ hold, and $\{f(x^k)\}$ be bounded below by f_{low} . Assume that $\|g^0\| > \epsilon$, $\epsilon \in (0, 1]$, $j_1 \leq \infty$ be the first iteration such that $\|g^{j_1+1}\| \leq \epsilon$. Then, the ℓ_3 -cubic regularization method takes at most

$$K_1^s \triangleq \lceil \kappa_4 \epsilon^{-2} \rceil \quad (1.10)$$

successful iterations or equivalently, gradient evaluations, to generate $\|g^{j_1+1}\| \leq \epsilon$, where

$$\kappa_4 = (f(x^0) - f_{\text{low}}) / (\eta_1 \alpha_c) \text{ and } \alpha_c = \left[\frac{9}{2} \max(\kappa_2, \sqrt{2\omega_0}, \sqrt{2\gamma_2 \kappa_3}) \right]^{-1}. \quad (1.11)$$

Additionally, assume that on each very successful iteration $\{s^k\}$, ω_{k+1} is chosen such that $\omega_{k+1} \geq \gamma_3 \omega_k$, $\gamma_3 \in (0, 1]$ is satisfied. Then

$$j_1 \leq \lceil \kappa_c \epsilon^{-2} \rceil \triangleq K_1 \quad (1.12)$$

and so the ℓ_3 -cubic regularization method takes at most K_1 (successful and unsuccessful) iterations, and function evaluations, to generate $\|g^{j_1+1}\| \leq \epsilon$, where

$$\kappa_c = \left(1 - \frac{\log \gamma_3}{\log \gamma_1} \right) \kappa_4 + \kappa_c^u, \quad \kappa_c^u = \frac{1}{\log \gamma_1} \max \left(1, \frac{\gamma_2 \kappa_3^2}{\omega_0} \right). \quad (1.13)$$

The algorithm for solving the ℓ_3 -cubic regularization subproblems.

In this section, we consider how to efficiently solve the ℓ_3 -cubic regularization subproblems

$$\min_{s \in \mathbb{R}^n} \left\{ C_{\omega_k}(s) = (g^k)^\top s + \frac{1}{2} s^\top H_k s + \frac{\omega_k}{6} \|s\|_3^3 \right\}. \quad (1.14)$$

Employing the first-order optimality conditions, we can obtain

$$g^k + H_k s + \frac{\omega_k}{6} \nabla(\|s\|_3^3) = 0. \quad (1.15)$$

Multiplying by any positive parameter μ on both sides of the equation, we have

$$s + \frac{\omega_k \mu}{6} \nabla(\|s\|_3^3) = s - \mu(g^k + H_k s). \quad (1.16)$$

We denote the operator as:

$$R_{\omega_k, \mu, 3}(\cdot) = \left[I + \frac{\omega_k \mu}{6} \nabla(\|\cdot\|_3^3) \right]^{-1}, \quad (1.17)$$

which implies

$$s = \left[I + \frac{\omega_k \mu}{6} \nabla(\|\cdot\|_3^3) \right]^{-1} (s - \mu(g^k + H_k s)) = R_{\omega_k, \mu, 3}(s - \mu(g^k + H_k s)) \quad (1.18)$$

Then we prove the following results on $R_{\omega_k, \mu, 3}(\cdot)$.

Theorem 5: As a mapping from $\mathbb{R}^n$ to $\mathbb{R}$, the resolvent operator $R_{\omega_k, \mu, 3}(\cdot)$ is well defined. It is a diagonally nonlinear analytically expressive operator, and can be specified by

$$R_{\omega_k, \mu, 3}(s) = (f_{\omega_k, \mu, 3}(s_1), f_{\omega_k, \mu, 3}(s_2), \dots, f_{\omega_k, \mu, 3}(s_n))^\top. \quad (1.19)$$

Where

$$f_{\omega_k, \mu, 3}(s_i) = \frac{\text{sign}(s_i)(-1 + \sqrt{1 + 2\omega_k \mu |s_i|})}{\omega_k \mu}, \quad i = 1, \dots, n. \quad (1.20)$$

With the thresholding representation, the 3-thresholding algorithm to solve the subproblems can be shown in Figure 2.

Algorithm 2 3-thresholding algorithm

```

1: Input: parameters  $\mu_j$  and  $j_{\max}$ ; initial values  $g^k$ ,  $H_k$ , and  $\omega_k$ .
2: for  $j = 0, 1, \dots, j_{\max}$  do
3:   Compute  $z = s^{j-1} - \mu_j(g^k + H_k s^{j-1})$ .
4:   for  $i = 1, \dots, n$  do
5:     Compute  $s_i^j = \frac{\text{sign}(z_i)(-1 + \sqrt{1 + 2\omega_k \mu_j |z_i|})}{\omega_k \mu_j}$ .
6:   end for
7:   if termination criteria are satisfied then
8:     return  $s^j$ ; break
9:   end if
10:  if  $j = j_{\max}$  and termination criteria is not achieved then
11:    return failure information.
12:  end if
13: end for
14: return  $s = s^j$ 

```

Fig. 2. 3-threshoding algorithm for solving subproblems.

Experimental results

We now turn our attention to investigating how our methods perform in practice. We have implemented the l_3 -cubic regularization method described in Sction 2. In Figure 3, we present the iteration-count performance profile for these algorithms.

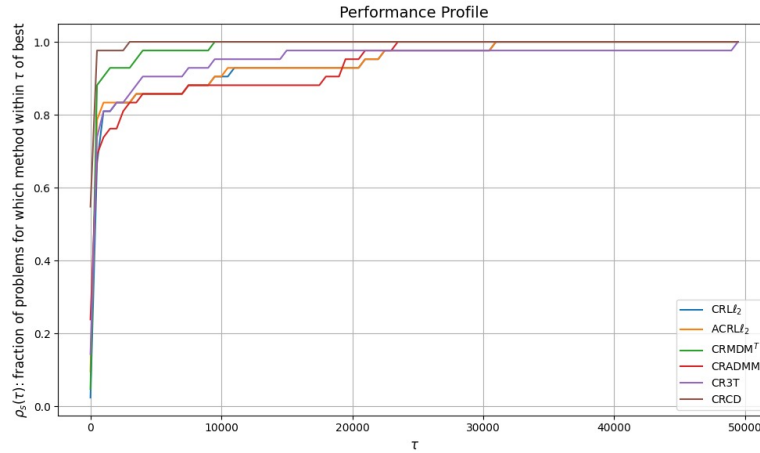


Fig. 3. Performance profiles (computing time) for $CRL\ell_2$, $ACL\ell_2$, $CR-MDM^\top$, $CRADMM$, $CR3T$ and $CRCD$ on the CUTEst problems.

Conclusion

In this paper, we have considered a new l_3 -cubic regularization method for unconstrained optimization and presented its convergence and complexity analysis. The method allows for the approximate solution of the key computational step, and are suitable for large-scale problems. We presented the l_3 -thresholding algorithm for solving the subproblems as well as their

convergence. Encouraging preliminary numerical experiments with small-scale problems were reported.

References

1. *Nesterov, Y., Polyak, B. T.* Cubic regularization of newton method and its global performance. *Mathematical Programming*. 2006. №108(1). C. 177-205.
2. *Griewank, Andreas.* The modification of Newton's method for unconstrained optimization by bounding cubic terms. Technical report NA/12. 1981.
3. *Weiser, M., Deufhard, P., & Erdmann, B.* Affine conjugate adaptive Newton methods for nonlinear elastomechanics. *Optimisation Methods and Software*. 2007. № 22(3). C. 413-431.
4. *Cartis, C., Gould, N. I., & Toint, P. L.* Adaptive cubic regularisation methods for unconstrained optimization. Part I: motivation, convergence and numerical results. *Mathematical Programming*. 2011. №127(2). C. 245-295.
5. *Nesterov, Y.* Accelerating the cubic regularization of Newton's method on convex problems. *Mathematical Programming*. 2008. №112(1). C. 159-181.

**О ПОДХОДАХ К РАЗВИТИЮ ЛИЧНОСТНЫХ КАЧЕСТВ
ОБУЧАЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ**

Р. А. Бондаренко

*Российская академия образования, Москва, Российская Федерация,
bra-688@yandex.ru*

В статье рассмотрены вопросы важности развития личностных качеств обучающихся в условиях процесса цифровизации образования и использования в процессе обучения и воспитания технологии искусственного интеллекта, а также, возникающих в связи с этим, новых задач, стоящих перед педагогическим сообществом. Рассмотрены понятия «личностные качества» обучающихся и «искусственный интеллект». Приведена классификация систем, реализующих технологии искусственного интеллекта, а также приведены примеры возможного использования технологии искусственного интеллекта в образовательном процессе с целью развития личностных качеств обучающихся.

Ключевые слова: искусственный интеллект; личностные качества обучающихся; генеративные нейронные сети; классификация систем ИИ; обучение; воспитание.

**APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF STUDENTS'
PERSONAL QUALITIES IN THE CONTEXT OF USING ARTIFICIAL
INTELLIGENCE TECHNOLOGY AT THE MAIN SCHOOL**

R. A. Bondarenko

*Russian Academy of Education, Moscow, Russian Federation,
e-mail: bra-688@yandex.ru*

The article discusses the importance of developing students' personal qualities in the context of the digitalization of education and the use of artificial intelligence technology in the process of teaching and upbringing, as well as the new challenges facing the pedagogical community that arise in this regard. The concepts of "personal qualities" of students and "artificial intelligence" are considered. The classification of systems implementing artificial intelligence technologies is given, as well as examples of the possible use of artificial intelligence technology in the educational process in order to develop the personal qualities of students.

Keywords: artificial intelligence; personal qualities of students; generative neural networks; classification of AI systems; training; education.

Введение

Современные условия информационного и технологического развития общества не обошли стороной одну из важных и чувствительных сфер жизни нашего общества – образование. Развитие технологии искусственного интеллекта (ИИ) ставит перед педагогикой ряд вызовов, на которые необходимо давать соразмерный и своевременный ответ. Одним из таких вызовов является необходимость трансформации учебно-воспитательного процесса в условиях активного развития систем ИИ.

Технологии ИИ позволяют решить ряд педагогических задач, проявившихся в условиях процесса персонализации образования, в том числе одной важнейшей из них - развитие социально-значимых качеств обучающихся средней школы. Решение данной задачи требует внедрения новых педагогических технологий в образовательный процесс. В данном контексте технологии ИИ должны стать надежной опорой и поддержкой современному педагогу.

Методология исследования

Применяется метод анализа научно-методических источников и нормативных документов, регламентирующих подходы к применению технологии ИИ в образовательном процессе. Используются методы сравнения и обобщения полученных результатов.

Понятие о личностных качествах обучающихся. Понятие о социально-значимых качествах обучающихся упоминается в большом количестве педагогических изданий и исследований. Ряд педагогов-исследователей трактует их как такие качества, которые позволяют личности жить, развиваться и продуцировать в современных социально-культурных условиях (Т. А. Бурцева, С. С. Быкова, А. А. Костюченко, Т. А. Парфёнова, Н. В. Рябова, А. В. Пискунов, Н. Б. Русских и др.). Стоит обратить внимание, что каждый из исследователей отмечает свой определенный набор таких качеств, который с его точки зрения является важным для становления личности обучающегося и его готовности к дальнейшей продуктивной жизнедеятельности в современном социуме. ... Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что встречающееся в педагогической литературе понятие «социально-значимые качества» рассматриваются исследователями в области педагогики как *личностные качества*, способные оказать влияние на успешное становление человека в современном обществе, а также дать возможность человеку адекватно отвечать на появляющиеся социальные, культурные и экономические вызовы современности.

Рассмотрение понятия «искусственный интеллект». Обратимся к рассмотрению понятия «искусственный интеллект». Под понятием «интеллект» принято понимать такое свойство человеческой психики, которое позволяет правильно интерпретировать получаемые из окружающей действительности сведения и данные и на основе их адаптироваться к новым для человека ситуациям.

Как мы видим, технологические возможности систем ИИ очень велики, разнообразны и фактически могут воспроизводить большинство когнитивных функций человека. Вызывает ряд вопросов качество процесса имитации когнитивных функций человека, осуществляемый средствами ИИ и их применительность в учебно-воспитательном процессе на уровне средней общей школы обучающимися как под руководством педагогов, так и самостоятельно. Рассмотрим, какие технологические решения систем ИИ могут помочь педагогу в развитии личностных качеств обучающихся.

Классификация систем, реализующих технологии ИИ. Рассмотрим существующую в настоящее время классификацию систем, реализующих технологии ИИ, при этом обратим внимание, что данная классификация условна, так как чаще всего, каждая из рассматриваемых технологий будет аккумулировать в себе элементы сопредельных систем, создавая различные целостные направления функционирования ИИ.

В структуре ИИ можно выделить следующие направления: машинное обучение, компьютерное зрение, обработка естественного языка, распознавание речи, робототехника, экспертные системы, усовершенствованное планирование [4].

Примеры и анализ использования систем, реализующих технологии ИИ в образовательном процессе. Как мы видим, технологические возможности систем ИИ очень велики, разнообразны и фактически могут воспроизводить большинство когнитивных функций человека. Вызывает ряд вопросов качество процесса имитации когнитивных функций человека, осуществляемый средствами ИИ и их применительность в учебно-воспитательном процессе на уровне средней общей школы обучающимися как под руководством педагогов, так и самостоятельно. Рассмотрим, какие технологические решения систем ИИ могут помочь педагогу в развитии личностных качеств обучающихся.

Это обусловлено невозможностью систем ИИ полностью имитировать когнитивные функции человека, то есть невозможностью создавать что-то принципиально новое, а лишь комбинировать ответы из того массива данных, которые существуют с опорой на первоисточники. Вместе с тем, когда в работе системы ИИ происходит технический сбой, эти комбинации могут стать нетипичными и привести к результатам, которые трудно соотнести с реальностью.

Результаты, их обсуждение, заключение

Развитие личностных качеств обучающихся в образовательном процессе, приобретают значимую роль в контексте внедрения и использования технологии ИИ в жизни обучающихся и требуют особого внимания со стороны педагогического сообщества. Использование технологии ИИ в образовательной процесса без должного сопровождения со стороны подготовленного педагога может не только не принести положительного эффекта, но и нанести значительный вред как интеллектуальному, так и психическому состоянию обучающегося.

При этом важно обратить внимание на то, что технологии ИИ не смогут сформировать у обучающихся учебные *навыки*. Развитие таких умений как работа с первоисточниками, поиск необходимой информации, измерительные умения, умение классифицировать предметы, явления и факты, выявлять в них различия и сходства, выделять главное и второстепенное, а также многое другое, по-прежнему, несмотря на развитие и активное внедрение информационных технологий, и технологии ИИ в частности, в образовательную деятельность, остается одной из основных задач педагога. Формирование и развитие данных навыков позволит обучающимся в дальнейшем эффективно добывать информацию, получать знания и использовать их для решения различных жизненных задач с максимальной пользой для личностного развития.

Библиографические ссылки

1. *Пупкова Н.Ф.* Формирование социально-значимых качеств у младших школьников во внеурочной деятельности : автореферат дис. канд. пед. наук: 13.00.01 / Саранск, 2019. С. 26.
2. *Филипова И.А.* Правовое регулирование искусственного интеллекта: учебное пособие, 2-е издание, обновленное и дополненное – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2022. С. 6-7.
3. *Арзамасцев М.В.* Конституционные основы уголовно-правовых запретов в сфере общественной безопасности // Криминалисть. 2020. № 2 (31). С. 10–14
4. *Вешнева И. В.* Технологии искусственного интеллекта: классификация, ограничения, перспективы и угрозы // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. 2023. Т. 23, вып. 4. С. 428–438.
5. *Маковеев Е.Р., Курашинова А.Х.* Проблема формирования учебных навыков у учащихся в современных условиях // Образование и право. 2020. № 4. С. 239 – 242.
6. Материалы форума «Образовательные мосты» НИУ Высшая школа экономики), доклад А. Комиссарова, руководителя направления AI Сбер Университета, Москва, 6-7 декабря 2024 года

ВЕЙВЛЕТНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

И. Боровский

*Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск,
iljabarouski@gmail.com*

Вейвлеты нашли применение в обработке сигналов и анализе изображений. Они позволяют извлекать важную информацию из сигнала, формируя его аппроксимацию и детализационные компоненты, каждая из которых вдвое короче исходного сигнала. Затем возможно восстановление исходного сигнала. Тем не менее, вейвлет-преобразование редко используется в нейронных сетях из-за сложности реализации. Мы предлагаем обучаемые модули на PyTorch для вейвлет-преобразований и функций потерь, которые могут применяться для построения специализированных вейвлетов.

Ключевые слова: вейвлеты; дискретное вейвлет-преобразование; обратное дискретное вейвлет-преобразование; DWT; IDWT; нейронные сети.

WAVELET NEURAL NETWORKS

I. Baroński

Belarusian State University, Belarus, Minsk, iljabarouski@gmail.com

Wavelets have found usage in signal processing and image analysis. They can extract important information from the signal, producing its approximation and details components both half the length of the original signal. Then the original signal can be reconstructed. Nevertheless, wavelet transform is not widely used in neural networks because of complications in implementation. We propose trainable PyTorch modules for wavelet transforms and loss functions which can be used for construction of specific wavelets.

Keywords: wavelets; discrete wavelet transform; inverse discrete wavelet transform; DWT; IDWT; neural networks.

Introduction

Wavelet transform is a signal analysis technique. While Fourier transform analyses a signal in the frequency domain, Gabor transform implies Fourier analysis to sliding windows of a signal giving analysis in both time and frequency domains, wavelet transform analyses a signal in time and frequency domains without limitations of windowing. It projects the initial signal into two subspaces formed by bases functions: the first one contains the approximation

of the signal and the second contains the details. Then the analysis can be performed on approximation, dividing it into two components once again. The process is called multiresolution analysis. [1]

In practice, wavelet transform is performed via convolution with two tied kernels called scaling and wavelet coefficients (low-pass and high-pass filters), where wavelet coefficients are computed from scaling ones. Stride in convolution operation is equal to two which gives us the ability to compress the signal by the factor of two while preserving signal features. Moreover, unlike regular convolution and pooling layers, wavelet transform with kernel size $4k+2$ is invertible in our implementation.

Method

We propose the trainable wavelet transform blocks based on convolution scheme and differentiable padding block for proper size reduction. The kernels can be trained via special weight regularization loss functions, based on wavelet constraints, or be provided by the user either with pre-computed kernels or with wavelet name from the PyWavelets library.

Loss Functions

First, we will describe orthonormal wavelets. As said above, used convolution kernels are tied: the wavelet kernel $\{g_i\}_{i=0}^{N-1}$ is obtained from the scaling one $\{h_i\}_{i=0}^{N-1}$: $g_i = (-1)^i h_{N-1-i}$. Wavelets kernels should obey the following conditions: admissibility (1), orthogonality (2) and regularity (3). [2]

$$\sum_{k=0}^{N-1} h_k = \sqrt{2} \quad (1)$$

$$\sum_{k=0}^{N-1-2n} h_k h_{k+2n} = \delta_n \quad \forall n = 0, \dots, N/2-1 \quad (2)$$

$$\sum_{k=0}^{N-1} (-1)^k k^{p-1} h_k = \sum_{k=0}^{N-1} k^{p-1} g_k = 0 \quad \forall p = 1, \dots, N/2 \quad (3)$$

From these conditions one can construct loss functions: admissibility (4), orthogonality (5) and regularity (6) losses. To be properly minimized, a loss function must have a lower bound. To obtain this behavior, each component is squared. In regularity condition, the constant multiplier in the left-hand side was dropped, but it is used in the loss function to stabilize the optimization process as the function grows rapidly, and the constant naturally reduces it.

$$\mathcal{L}_{WN} = \left(\sum_{k=0}^{N-1} h_k - \sqrt{2} \right)^2 \quad (4)$$

$$\mathcal{L}_O = \left(\sum_{k=0}^{N-1} h_k^2 - 1 \right)^2 + \sum_{n=1}^{N/2-1} \left(\sum_{k=0}^{N-1-2n} h_k h_{k+2n} \right)^2 \quad (5)$$

$$\mathcal{L}_R = \sum_{p=1}^P \left(\frac{\sqrt{2}}{2^p} \sum_{k=0}^{N-1} k^{p-1} g_k \right)^2 \quad (6)$$

Even having the stabilization multiplier, the regularity loss still grows very fast and destabilizes the gradient. The following training technique is proposed. The transform is trained to have only P first vanishing moments, i.e., the regularity loss has P components. If more moments are needed, the component for $P+1$ moment is added to the loss, the optimizer is set to the initial options and the training is proceeded.

In case of biorthogonal wavelets we have scaling and wavelet kernels $\{h_i\}_{i=0}^{N-1}$ and $\{g_i\}_{i=0}^{N-1}$ for analysis, synthesis scaling filter $\{\tilde{h}_i = (-1)^{(i+1)} g_{N-1-i}\}_{i=0}^{N-1}$ and synthesis wavelet filter $\{\tilde{g}_i = (-1)^i h_{N-1-i}\}_{i=0}^{N-1}$. These kernels should obey the following conditions: admissibility (7), orthogonality (8) and regularity (9). [3]

$$\sum_{k=0}^{N-1} h_k = \sqrt{2}, \sum_{k=0}^{N-1} \tilde{h}_k = \sqrt{2} \quad (7)$$

$$\sum_{k=0}^{N-1-2n} h_k \tilde{h}_{k+2n} = \delta_n \quad \forall n = 0, \dots, N/2-1 \quad (8)$$

$$\sum_{k=0}^{N-1} k^{p-1} g_k = 0, \sum_{k=0}^{N-1} k^{p-1} \tilde{g}_k = 0 \quad \forall p = 1, \dots, N/2 \quad (9)$$

These conditions give us the following loss functions constructed with the same procedure described above: admissibility (10), orthogonality (11) and regularity (12) losses.

$$\mathcal{L}_{WN} = \left(\sum_{k=0}^{N-1} h_k - \sqrt{2} \right)^2 + \left(\sum_{k=0}^{N-1} \tilde{h}_k - \sqrt{2} \right)^2 \quad (10)$$

$$\mathcal{L}_O = \left(\sum_{k=0}^{N-1} h_k \tilde{h}_k - 1 \right)^2 + \sum_{n=1}^{N/2-1} \left(\sum_{k=0}^{N-1-2n} h_k \tilde{h}_{k+2n} \right)^2 \quad (11)$$

$$\mathcal{L}_R = \sum_{p=1}^P \left(\frac{\sqrt{2}}{2^P} \sum_{k=0}^{N-1} k^{p-1} g_k \right)^2 + \sum_{p=1}^P \left(\frac{\sqrt{2}}{2^P} \sum_{k=0}^{N-1} k^{p-1} \tilde{g}_k \right)^2 \quad (12)$$

The three loss functions are combined in a single wavelet loss function:

$$\mathcal{L}_{WL} = \lambda_1 \mathcal{L}_{WN} + \lambda_2 \mathcal{L}_O + \lambda_3 \mathcal{L}_R$$

where $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ are weights, each equal to one by default in our implementation, $\mathcal{L}_{WN}, \mathcal{L}_O, \mathcal{L}_R$ are (4), (5), (6) for orthonormal wavelets and (10), (11), (12) for biorthogonal wavelets.

The proposed loss functions can be used as weight regularization for wavelet blocks as part of the entire training process to obtain specific behaviors unique to the data and the problem being solved.

Padding

The parameters of the convolution operation should be carefully designed to obey the relation (13).

$$\frac{W - K + 2P}{S} + 1 = C \quad (13)$$

The parameters are input length W , length of kernel K , padding P for each side, stride S and desired output length C . That means K must be even. We implement several extension methods:

- “constant”: $00 | x_1 \dots x_n | 00$;
- “circular”: $x_{n-1} x_n | x_1 \dots x_n | x_1 x_2$;
- “replicate”: $x_1 x_1 | x_1 \dots x_n | x_n x_n$;
- “reflect”: $x_3 x_2 | x_1 \dots x_n | x_{n-1} x_{n-2}$;
- “antireflect”: $(2x_1 - x_3)(2x_1 - x_2) | x_1 \dots x_n | (2x_n - x_{n-1})(2x_n - x_{n-2})$.

“circular” is the default method used in wavelet analysis and provides the perfect reconstruction, while “antireflect” happens to be the most natural one.

Wavelet Transform Blocks

The main proposed blocks perform one- and two-dimensional multilevel wavelet transforms, requiring only the size of a kernel being even (for these blocks $W = 2C$, $S = 2$, so according to relation (13), $P = (K - 2)/2$). In one-dimensional case convolution with scaling kernel produces approximation and convolution with wavelet kernel produces details, then on the next level analysis can be performed once again on approximation. In two-dimensional

case one-dimensional analysis is first performed on image's rows and then on columns of both approximation and details from the previous step producing four components. The next level analysis can be performed on the approximation of approximation from the previous level. The most natural “antireflect” padding is the default one, because it is better suited for windowed signals.

The one- and two-dimensional inverse wavelet transform (synthesis) blocks are provided for kernels of length $4k+2$ (the condition is obtained from the relation (13) with $W=C$, $S=1$, the size of the synthesis kernel is half the size of the analysis one and the requirement of P to be an integer). The parameters of the inverse transform blocks should be explicitly specified either by providing wavelet name from the PyWavelets library or the kernels obtained from computing the output of the analysis block with “return_filters” flag on. These blocks are also convolutional, but the stride is one and kernels used are computed from provided one's by dividing them into kernels with two output channels: one kernel's channel contains reversed weights from odd positions and the other — reversed weights from even positions. In one-dimensional case the result of convolution of approximation and details with corresponding odd kernels are summed up and placed on odd positions in the resulting signal, even positions are formed by the same process. In two-dimensional case the analysis is reversed in the same way: from final four components approximation and details are obtained, and then the original signal is reconstructed from them.

Conclusion

The novel trainable blocks for one- and two-dimensional multi-channel wavelet transform were introduced. The inverse wavelet transform blocks for wavelets with kernels of size $4k+2$ implemented. The wavelet blocks may be trained via proposed loss functions or used with user-defined wavelets. The package is posted on PyPi: <https://pypi.org/project/waveletnn>. Source code is available at <https://github.com/Scurrra/WaveletNN-PyTorch>.

References

1. *Amara Graps*. An Introduction to Wavelets. IEEE Comp. Sci. Engi.. 1995.
2. *Ingrid Daubechies*. Orthonormal bases of compactly supported wavelets II: variations on a theme. Siam Journal on Mathematical Analysis. 1993. № 24. C. 499-519.
3. *A. Cohen, Ingrid Daubechies, and J.-C. Feauveau*. Biorthogonal bases of compactly supported wavelets. Communications on Pure and Applied Mathematics. 1992. № 45(5). C. 485-560.

УДК 378.14

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОКУРСОВ В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА СТУДЕНТАМ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

М. С. Голышкова

*Московский городской педагогический университет, Москва, Россия
ShishkinaMS@mgpu.ru*

В процесс преподавания внедряются идеи сочетания аудиторного преподавания математического анализа студентам педагогического университета и изучения дисциплины с использованием микрокурсов. Такое сочетание очного преподавания и обучения с использованием микрокурсов позволяет студентам развивать практические, информационные, аналитические навыки, нивелировать недостатки студентов при изучении математического анализа.

Ключевые слова: математический анализ; модель преподавания; микрокурсы.

THE USE OF MICRO-COURSES IN TEACHING MATHEMATICAL ANALYSIS TO STUDENTS OF THE PEDAGOGICAL UNIVERSITY

M. S. Golyshkova

*Moscow City Pedagogical University, Moscow, Russia
ShishkinaMS@mgpu.ru*

The ideas of combining classroom teaching of mathematical analysis to students of a pedagogical university and studying the discipline using micro-courses are being introduced into the teaching process. This combination of face-to-face teaching and micro-coursework allows students to develop practical, informational, and analytical skills, and to offset students' shortcomings in studying mathematical analysis.

Keywords: mathematical analysis; teaching model; micro-courses.

Введение

Микрокурсы были предложены Дэвидом Пенроузом в колледже Сан-Хуан в Нью-Мексико, США. Однако основная концепция, предложенная Хугом, заключается в том, чтобы требовать от преподавателей тесно связывать цели обучения с содержанием занятий, чтобы создать сделать процесс обучения более персонализированным. Микрокурсы являются эффективной дополнительной формой обучения в дистанционном режиме (в дополнение к очному обучению) [1]. Они подходят не только для углубле-

ния знаний в эпоху информатизации обучения, но и для учета индивидуальных потребностей обучающихся. За последние два года микрокурсы быстро набрали популярность в области образования как новый способ преподавания, поэтому необходимо исследовать применение микрокурсов в преподавании математического анализа в высших учебных заведениях.

Методология исследования

Для проведения исследования был проанализирован опыт применения микрокурсов в преподавании математического анализа с целью изменения традиционной модели преподавания математического анализа с использованием микрокурсов. Также был осуществлён обзор научной и методической литературы, касающейся вопросов использования микрокурсов в математическом образовании.

Результаты исследования

Предлагается использовать следующую структуру микрокурсов: видео-лекции, которые дополняют очную лекцию преподавателя; практический блок (упражнения), которые содержат основные типы задач по той или иной теме; задачи для самостоятельного решения для нивелирования проблем в изучении темы; тест, который дает несколько возможностей: студентам – рефлексия, понимание существующих проблем для их дальнейшего решения, преподавателям – контроль за усвоением темы для дальнейшей корректировки курса (микрокурса). Рациональное использование микрокурсов в преподавании высшей математики также требует эффективного сочетания с содержанием аудиторной работы [2]. Кроме того, планирование учебного процесса играет важную роль: преподаватели должны разрабатывать программы обучения на основе содержания дисциплины и с использованием микрокурсов.

Микрокурсы могут быть использованы в процессе предварительного изучения, введения и заключения курса, а также могут детально объяснить сложности и ключевые моменты темы студентам для достижения желаемых результатов при изучении дисциплины, поскольку не привязаны ко времени аудиторной работы [3]. Особую роль микрокурсы играют в настоящий момент в связи с сокращением лекционных часов, что дает возможность студентам при их использовании более детально изучить тему, вернуться к положениям, вызывающим затруднения, закрепить полученный в аудитории материал.

С учетом текущей ситуации в образовательных учреждениях высшего образования в Российской Федерации многие университеты создали собственные учебные ресурсы, например в МГПУ цифровая платформа «Си-

стема управления обучением LMS», на которой размещается серия микрокурсов по тому или иному разделу. Нами предложена следующая структура микрокурса по изучению раздела «Введение в математический анализ» для студентов 1 курса (см. таблицу):

Структура микрокурса по теме «Введение в математический анализ»

Квант Задание	Введение в математический анализ	Числовые последовательности	Функции одной переменной и их свойства	Непрерывность функции
Индивидуальное задание №1	Задание по теме «Действительные числа: рациональные и иррациональные числа»			
Практическое задание №1	Отработка решения уравнений с модулем			
Практическое задание №2		Отработка решения задач по теме «Числовые последовательности»		
Домашняя работа №1		Задание по теме «Вычисление предела числовой последовательности»		
Контрольная работа №1		Контроль квантов 1 и 2		
Индивидуальное задание №2			Задание по теме «Функции одной переменной. Свойства функций»	
Практическое задание №3			Отработка решения задач по теме «Предел функции на бесконечности. Предел функции в точке»	

Окончание таблицы

Квант Задание	Введение в математический анализ	Числовые последовательности	Функции одной переменной и их свойства	Непрерывность функции
Практическое задание №4				Отработка навыка построения графиков функций с указанием точек разрыва
Домашняя работа №2				Задание на исследование функции на непрерывность и установлением характера точек разрыва
Контрольная работа №2				Контроль квантов 3 и 4

Нами был проведен опрос 34 студентов 2 курса (направление: «Педагогическое образование», профиль подготовки: «Математика») МГПУ по вопросу эффективности обучения с использованием микрокурсов, результат на один из вопросов которого приводится ниже (см. рисунок):

Изменилось ли качество подготовки по математическому анализу после прохождения микрокурса?



Результаты опроса

Нами предлагаются следующие изменения в традиционной модели преподавания, которые исследуются в настоящий момент: дисциплина разбивается на более мелкие разделы (квант в табл. 1), в которые включаются все составляющие по соответствующей теме (описаны выше), к ко-

торым студенты обращаются после соответствующего занятия в аудитории. Преподаватель контролирует обучение после прохождения раздела и корректирует аудиторную часть и материал, входящий в микрокурс [3].

Микрокурсы изменяют традиционную модель преподавания и предоставляют студентам больше пространства для обучения; позволяют реализовать персонализированное обучение по математическому анализу [4]. Преподаватели должны осознавать преимущества микрокурсов, сочетать их с реальным уровнем подготовки студентов, активно исследовать и использовать микрокурсы в практике преподавания математического анализа в высших учебных.

Библиографические ссылки

1. Денищева Л. О. Возможности обеспечения персонализации образования в вузе / Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования». 2022. № 2 (60). С. 72–85.
2. Dwight A., Ryan, K. Microteaching. Reading, Mass.: Addison-Wesley. 1969.
3. Gün-Şahin, Z. & Kırmızıgül, G. Teaching mathematics through micro-learning in the context of conceptual and procedural knowledge. International Journal of Psychology and Educational Studies. 2023. №10(1). С. 241-260.
4. Hug, T. Microlearning: A new pedagogical challenge (Introductory Note), Micro-learning: Emerging concepts, practices and technologies after e-learning. Proceedings of Microlearning Conference 2005: Learning and Working in New Media. Innsbruck, Austria: Innsbruck University Press. 2006. P. 8-11

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В АНАЛИЗЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

П. С. Гоч¹⁾, М. В. Королюк²⁾

¹⁾Белорусский национальный технический университет, Беларусь, Минск,
polinagoc12@gmail.com

²⁾Белорусский национальный технический университет, Беларусь, Минск,
korolukmx2@yandex.by

Глобальное потепление – одна из самых актуальных проблем современности, угрожающая экосистемам и будущему планеты. В работе рассмотрены методы анализа климатических данных с использованием машинного обучения. На основе исторических данных о температуре построена линейная регрессионная модель для выявления трендов и прогнозирования. Проект демонстрирует, как технологии ML помогают в понимании и решении глобальных экологических проблем.

Ключевые слова: глобальное потепление; машинное обучение; линейная регрессия; прогнозирование температуры.

USING MACHINE LEARNING METHODS IN CLIMATE DATA ANALYSIS

P. S. Goch¹⁾, M. V. Korolyuk²⁾

¹⁾Belarusian National Technical University, Belarus, Minsk, Minsk,
polinagoc12@gmail.com

²⁾Belarusian National Technical University, Belarus, Minsk,
korolukmx2@yandex.by

Global warming is one of the most pressing problems of our time, threatening ecosystems and the future of the planet. The paper considers methods of analysing climate data using machine learning. Based on historical temperature data, a linear regression model is built to identify trends and make predictions. The project demonstrates how ML technologies help in understanding and solving global environmental problems.

Keywords: global warming; machine learning; linear regression; temperature prediction.

Введение

Глобальное потепление является одной из наиболее значимых экологических проблем XXI века, оказывающей влияние на экосистемы, экономику и качество жизни людей. Рост средней температуры Земли, вызванный увеличением концентрации парниковых газов, приводит к таянию

ледников, повышению уровня моря и учащению экстремальных погодных явлений. Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью прогнозирования климатических изменений и разработки стратегий для смягчения их последствий. В научной литературе активно обсуждаются методы анализа климатических данных, включая применение машинного обучения для выявления трендов и построения прогнозов [1]

Методология исследования

Цель исследования – анализ исторических климатических данных и прогнозирование изменений температуры с использованием методов машинного обучения. Гипотеза исследования заключается в том, что машинное обучение позволяет эффективно выявлять тренды изменения температуры и строить точные прогнозы. В качестве методов исследования использовались:

- 1) Линейная регрессия для анализа зависимости температуры от времени.
- 2) Метрики качества модели (среднеквадратичная ошибка).
- 3) Визуализация данных с использованием библиотек matplotlib и seaborn.

Линейная регрессия – это статистический метод, используемый для моделирования зависимости между одной зависимой переменной (y) и одной или несколькими независимыми переменными (x) [2]. В простейшем случае (линейная регрессия с одной переменной) она описывает прямую линию, которая наилучшим образом аппроксимирует данные. Уравнение линейной регрессии имеет вид:

$$y = mx + b$$

Формула для коэффициента наклона (m):

$$m = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Формула для свободного члена (b)

$$b = \frac{\sum y}{n} - m \frac{\sum x}{n}$$

Рассмотрим климатические изменения за последние 100 лет на примере города Минска. Взяв данные[3] и применив формулы для нахождения коэффициента наклона и свободного члена, получаем уравнение вида:

$$y = 0.0234x - 40.1234$$

Результаты, их обсуждение, заключение

В результате исследования была построена линейная регрессионная модель, которая показала устойчивый рост средней температуры Земли за последние десятилетия. Коэффициент наклона регрессионной прямой составил $m = 0.0234$, что свидетельствует о значительном увеличении температуры. Визуализация данных подтвердила наличие положительного тренда (рисунок).

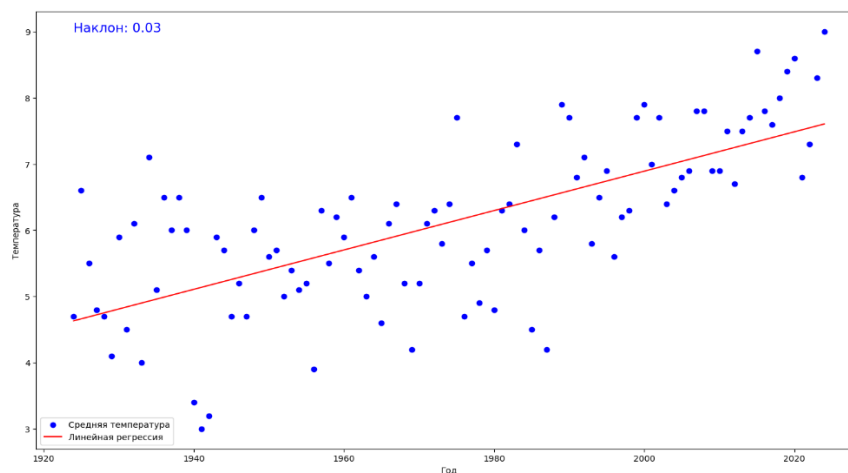


График изменения температуры по годам

Полученные результаты могут быть использованы для разработки мер по снижению выбросов парниковых газов и адаптации к изменению климата. В будущих исследованиях планируется расширить анализ, включив дополнительные факторы, такие как уровень CO_2 и ледниковый покров, а также использовать более сложные модели машинного обучения для повышения точности прогнозов.

Библиографические ссылки

1. Современные подходы к защите данных в распределённых системах [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/804135>. Дата доступа: 10.03.2025.
2. Нилд Т. Математика для Data Science. Управляем данными с помощью линейной алгебры, теории вероятностей и статистики / М.: Издательский дом «Питер», 2021. 164 с
3. Архив погодных условий [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru/history/26850.htm>. Дата доступа: 11.03.2025.

ПРОФИЛЬНОЕ ОБУЧЕНИЕ МАТЕМАТИКЕ КАК ФАКТОР ПОДГОТОВКИ СТАРШЕКЛАССНИКОВ К ПРОДОЛЖЕНИЮ ОБРАЗОВАНИЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Е. И. Гумерова¹⁾, Ю. В. Вайнштейн²⁾

¹⁾Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия, elena.gumerova30@gmail.com

²⁾Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия, yweinstein@sfu-kras.ru

В статье авторами обоснована необходимость внедрения в курс профильного обучения математике в 10-11 классах практико-ориентированных задач и заданий, предложены примеры экстремальных задач и сформулированы компетенции, развиваемые у школьников при их анализе и решении.

Ключевые слова: практико-ориентированное обучение; математика; оптимизация; самоопределение; инженерная направленность.

SPECIALISED TEACHING OF MATHEMATICS AS A FACTOR IN PREPARING SENIOR PUPILS FOR CONTINUING EDUCATION IN A TECHNICAL UNIVERSITY

Е. И. Gumerova¹⁾, Y. V. Vainshtein²⁾

¹⁾Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia, elena.gumerova30@gmail.com

²⁾Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia, yweinstein@sfu-kras.ru

In the article, the authors substantiate the need to introduce practice-oriented problems and tasks into the specialized mathematics curriculum for grades 10-11, provide examples of extremal problems, and formulate the competencies developed by schoolchildren in their analysis and solution.

Keywords: practice-oriented learning; mathematics; optimization; self-determination; engineering focus.

Введение

Значимость профильного обучения математике для дальнейшего обучения по техническим специальностям обусловлена рядом взаимосвязанных факторов. Прежде всего, математика является фундаментальной дис-

циплиной, обеспечивающей необходимую базу для освоения других общеобразовательных и специальных дисциплин. В современных условиях подготовка будущих инженеров требует не только формирования теоретических знаний, но и развития профессиональных компетенций, сфокусированных на их практическом применении в профессиональной деятельности [1].

Стремительное технологическое развитие и глобальная цифровая трансформация актуализирует проблему подготовки старшеклассников к техническому образованию и делает ее одной из ключевых задач для системы образования. Президент РФ на заседании Совета при Президенте по науке и образованию в феврале 2025 отметил, что стране необходимы специалисты, способные создавать уникальные решения, использовать передовые методы проектирования и конструирования, а также работать со сложнейшими технологическими системами [2]. Это особенно важно для новых, формирующихся индустрий, которые требуют высокого уровня компетенций как у выпускников вузов, так и у рабочих кадров. Несомненно, что старшеклассники, выбирающие технический профиль, становятся фундаментом будущего технологического прогресса страны. Однако для этого необходимо обеспечить качественную подготовку уже на этапе школьного обучения, уделяя особое внимание изучению математики, естественных наук и смежных дисциплин.

Таким образом, актуальность проблемы подготовки старшеклассников к техническому образованию определяется как необходимостью соответствовать вызовам бурного технологического развития, так и требованиями государства к формированию конкурентоспособных кадров для всех уровней экономики. Решение этой задачи требует комплексного подхода, включающего совершенствование содержания образования, развитие инфраструктуры, поддержку одаренных детей и тесное взаимодействие с бизнесом.

На сегодняшний день обширная часть исследований посвящена профилизации при обучении математике студентов технического профиля [3,4,5]. Изучение этой проблемы обусловлено необходимостью обеспечения качественной подготовки будущих инженерных кадров, способных эффективно применять математические знания в профессиональной деятельности.

Для решения проблемы готовности к продолжению математического образования в техническом вузе на уровне среднего общего образования применяются различные методические приемы. Среди которых: применение практико-ориентированных и сюжетных задач и заданий, описывающих реальные процессы и явления; разработка проектов; ис-

пользование межпредметных связей; включение задач с профессиональной направленностью; применение современных цифровых инструментов; организация исследовательской деятельности учащихся; проведение научно-практических конференций и олимпиад профильного направления и многое другое. Все вышеперечисленное направлено на повышение уровня понимания сложного учебного материала и помогает в самоопределении учащихся [6].

Мы видим, что одним из способов решения проблемы математической подготовленности старшеклассников к дальнейшему обучению на технических специальностях может стать внедрение практико-ориентированных задач и заданий в курс математики в 10-11 классах [7].

Рассмотрим авторские примеры экстремальных задач, предлагаемых школьникам в рамках курса «Решение математических практико-ориентированных задач инженерной направленности».

Примеры задачного материала

Целью настоящей статьи является рассмотреть примеры практико-ориентированных задач на оптимизацию, решаемых школьниками в рамках подготовки проекта «Разработка концепции проекта глэмпинга на территории Новосибирской области» и определить перечень формируемых посредством их анализа и решения компетенций.

Задача 1. Оптимальные размеры бани

При проектировании бани для глэмпинга необходимо задать её размеры так, чтобы площадь полезного пространства была максимальной, а затраты на материальные превышали бюджет. Планируется, что стены бани будут возведены из бруса, стоимость которого составляет 15000 руб/м³,. Фундамент должен занимать не более 20м², а высота стен h ограничена $2,4\text{м} \leq h \leq 3\text{м}$. Определите длину и ширину постройки, при которых полезное пространство будет максимальным, а затраты на материалы не превысят 1800 руб/м².

Подобные задачи способствуют развитию таких навыков, как: моделирование реальных ситуаций – обучающимся необходимо ввести переменные и задать целевую функцию, которую нужно максимизировать; работа с ограничениями – задача требует учета нескольких ограничений (площадь фундамента, высота стен, бюджет), что развивает способность анализировать сложные системы условий; практическое применение геометрии – задача связана с приложениями темы «Площадь поверхности и объем прямоугольного параллелепипеда»; оптимизация – необходимо применить методы нахождения экстремума функции цели (здесь учитель

может попросить максимизировать целевую функцию двумя способами – с помощью производной и с помощью свойств квадратичной функции).

Примечание. Такую задачу можно предложить обучающимся 8 классов с углубленным изучением математики в рамках изучения свойств квадратичной функции.

Задача 2. Проектирование системы водоснабжения

Для глэмпинга требуется спроектировать систему водоснабжения, которая будет подавать воду из скважины в резервуар. Резервуар должен иметь форму цилиндра высотой $H = 3\text{ м}$ и радиусом основания R , а объем воды в резервуаре должен быть не менее 20 м^3 . Известно, что, стоимость материалов для изготовления стенок резервуара составляет 2400 руб/м^2 , а для изготовления дна - 3200 руб/м^2 . Определите радиус основания резервуара, при котором стоимость материалов для его изготовления будет наименьшей.

Данная задача способствует развитию навыков моделирования реальных ситуаций и подразумевает работу с введением переменных, заданием функции цели и ограничений. Представленная задача требует знания формул нахождения площади поверхности и объема прямого кругового цилиндра и может быть предложена обучающимся во втором полугодии 11 класса, когда эти темы уже изучены.

Практическая значимость внедрения подобных математических практико-ориентированных задач инженерной направленности соответствует принципам: достоверности - задачи основаны на реальных ситуациях, возникающих при подготовке проекта; междисциплинарности – задачи требуют интеграции знаний из различных предметных областей, таких как алгебра и начала математического анализа, физика, геометрия, и экономика, что способствует развитию системного мышления и навыков работы с комплексными проблемами; профориентационной направленности - способствует формированию базовых компетенций, необходимых специалистам в области строительства, архитектуры, энергетики и других технических направлений, помогает учащимся лучше понять свои интересы и сделать осознанный выбор карьерного пути.

В зависимости от уровня математической подготовки учеников можно повышать или понижать степень сложности задачного материала. Например, для хорошо подготовленных учеников можно из условия исключить некоторые данные, предложив школьникам самостоятельно осуществить поисковую работу или же решить задачу в общем виде. Для других – можно дать вместе с условием задачи необходимые формулы и пояснения, ввести переменные, чтобы обучающимся было проще задать целевую функцию и исследовать ее на экстремумы.

Заключение

Целесообразность введения практико-ориентированных задач и заданий в курс математики обусловлена возможностью эффективной подготовки старшеклассников к продолжению образования в технических вузах на инженерных направлениях, способствуя формированию у них необходимых профессиональных компетенций и навыков решения прикладных задач. В настоящее время разработанные задачи проходят апробацию в специализированном 10 классе МБОУ «Лицей №136» г. Новосибирска. Мы считаем, что предложенный подход будет способствовать глубокому пониманию математических концепций и стимулирует интерес к точным наукам через их связь с реальными жизненными ситуациями, что особенно важно для выбора будущей профессии в сфере инженерных технологий.

Библиографические ссылки

1. Носков М. В., Шершнев В.А. К теории обучения математике в технических вузах. Педагогика. 2005. № 10. С. 62-67.
2. Материалы заседания совета по науке и образованию. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/76222> (дата обращения: 24.02.2025)
3. Вайнштейн И. И., Вайнштейн Ю.В., Сафонов К.В. О модели внутрипредметных связей в обучении математике студентов инженерного вуза. Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. 2014. № 2(28). С. 48-52.
4. Бровка Н. В. Интеграция теории и практики обучения математике как средство повышения качества подготовки студентов. Минск, 2009. 243 с.
5. Бровка Н. В. К проблеме изучения качества подготовки студентов на математическом факультете БГУ, VIII Белорусская математическая конференция. Минск, 2000. Ч. 4. С. 106.
6. Гумерова Е. И. Профориентационная работа со школьниками по математике в смешанном формате: внеурочные занятия и сетевое взаимодействие, VIII Межд. научн. конф. «Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании». Материалы Часть 3. Красноярск: КГПУ им. В.П. Астафьева, 2024. С. 152-155.
7. Ломакина Т.Ю., Васильченко Н.В., Пентин А.Ю. Реализация профильного обучения технологической (инженерной) направленности на уровне среднего общего образования: методические рекомендации / под ред. Т.Ю. Ломакиной. М. : ФГБНУ «Институт стратегии развития образования», 2024. 55 с.
8. Федеральная рабочая программа среднего общего образования. Математика (углублённый уровень) (для 10-11 классов образовательных организаций). М.: ФГБНУ «ИСРО», 2023. 81 с.

О ПРОБЛЕМЕ РЕАЛИЗАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИБЛИЖЕННОГО РЕШЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ПРОГРАММНЫХ СРЕДАХ

М. А. Дмитриев

*Елецкий государственный университет имени И. А. Бунина, Елец, Россия,
demin.mishka@yandex.ru*

Статья посвящена некоторым аспектам проблемы решения дифференциальных уравнений с использованием численных методов и программных сред. Рассмотрены ключевые вопросы этой проблемы, такие как вычислительная сложность и устойчивость методов. Особое внимание уделено методам решения дифференциальных уравнений первого порядка: Эйлера, Рунге-Кутта, конечных разностей. Представлен краткий обзор некоторых программных сред.

Ключевые слова: дифференциальные уравнения; численные методы; приближённое решение; прикладные задачи; программные среды; Python; MATLAB; Mathcad.

ON THE PROBLEM OF IMPLEMENTING MATHEMATICAL METHODS FOR APPROXIMATE SOLUTIONS OF DIFFERENTIAL EQUATIONS IN SOFTWARE ENVIRONMENTS

M. A. Dmitriev

Bunin Yelets State University, Yelets, Russia, demin.mishka@yandex.ru

The article is devoted to some aspects of the problem of solving differential equations using numerical methods and software environments. Key issues of this problem, such as computational complexity and stability of methods, are considered. Particular attention is paid to methods for solving first-order differential equations: Euler, Runge-Kutta, finite differences. A brief overview of some software environments is presented.

Keywords: differential equations; numerical methods; approximate solution; applied problems; software environments; Python; MATLAB; Mathcad.

Введение

Дифференциальные уравнения являются фундаментальным инструментом математического моделирования в естественных науках, инженерии, экономике и других областях. Они позволяют описывать многие динамические процессы, однако для большинства реальных задач процесс

получения аналитического решения является весьма затруднительным. Поэтому численные методы и их программная реализация становятся едва ли не ключевыми для выполнения расчётов в современных исследованиях.

Методология исследования

В области дифференциальных уравнений имеется множество различных проблем, важнейшей из которых, на наш взгляд, является сложность аналитического решения. Для многих из них получение точного аналитического решения не представляется возможным в силу разных причин (например, из-за отсутствия точного алгоритма решения для некоторых классов уравнений; либо из-за наличия структурных особенностей в записи самого дифференциального уравнения, например, наличие специальных функций и т.п.). Следует также учесть вычислительную сложность получения ответа. Для решения многих систем дифференциальных уравнений, зачастую, требуются значительные временные затраты и трудоёмкие расчёты, что повышает вероятность появления ошибки.

При использовании приближённых методов (метод Пикара, интегрирование с помощью степенных рядов, метод ломаных Эйлера, метод Рунге-Кутты, метод Адамса, метод Милна) [1] также стоит обратить внимание на проблему точности и устойчивости используемых численных методов. Помимо всего прочего, необходимо моделировать реальные процессы, то есть учитывать начальные и / или граничные условия, а также адаптировать модели под конкретные задачи (например, из биологии, экологии, физики). Отметим лишь, что при решении краевых задач для ОДУ используют: метод коллокации, метод конечных разностей, метод Галёркина, метод Галёркина-Бубнова, метод конечных элементов [2].

Все эти факторы обуславливают необходимость применения программных сред, которые находят свою практическую реализацию и помогают ускорить решение разнообразных проблем во многих областях.

Результаты

Методы приближенного решения дифференциальных уравнений

Дифференциальные уравнения могут решаться различными методами, такими, как:

1. Метод Эйлера (он является простейшим из перечисленных, но имеет низкую точность);
2. Методы Рунге-Кутты (имеют высокую точность и широко используются для решения дифференциальных уравнений);

3. Метод конечных разностей (используется для уравнений в частных производных);

4. Метод конечных элементов (для сложных геометрий) и т.д.

Однако ключевые проблемы решения дифференциальных уравнений напрямую определяют выбор методов их анализа и каждый математический метод требует специфической программной инфраструктуры.

Сравнение различных математических систем

Для анализа дальнейшей работы математических систем изучен фрагмент кода каждой из использованных систем (Python, Mathcad).

Например, требуется решить дифференциальное уравнение первого порядка

$$\frac{dy}{dt} = -2y,$$

где y — это функция, которую мы хотим найти, а t — это независимая переменная, по отношению к которой мы дифференцируем. Функция `dsolve` в SymPy используется для решения дифференциальных уравнений [3].

«Метод Рунге-Кутты четвёртого порядка — один из самых популярных численных методов. В отличие от того же метода второго порядка, он повышает точность за счёт четырёх вычислений скорости изменения на каждом временном шаге» [4].

«Методы Эйлера и Рунге-Кутты позволяют решать дифференциальные уравнения, когда аналитическое решение недоступно. Однако они могут накапливать ошибки, особенно при больших шагах или длительном моделировании. Поэтому важно проверять точность решения и подбирать оптимальный метод и шаг интегрирования» [3].

Преимуществами Python являются: открытый и бесплатный инструментарий, богатая экосистема научных библиотек, а также гибкость в настройке параметров. Одним из его недостатков является низкая производительность, по сравнению с компилируемыми языками.

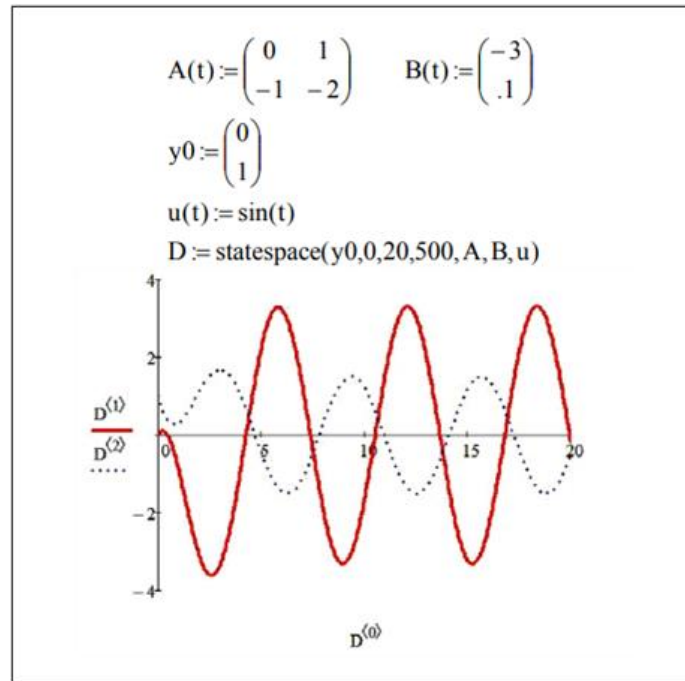
«Разработчики Mathcad 14 предусмотрели дополнительную встроенную функцию `statespace` решения линейных ОДУ определенного вида

$$y'(t) = A(t)y(t) + B(t)u(t),$$

где: `statespace` ($y_0, t_0, t_1, M, A, B, u$) — функция решения систем линейных ОДУ; y_0 — вектор начальных значений в точке t_0 ; t_0, t_1 — начальная и конечная точки расчета; M — число шагов численного метода; `асс` — погреш-

ность вычисления; $A(t)$ – матричная функция размера $N \times N$; $B(t)$ – векторная функция размера $N \times k$; $u(t)$ – функция (скалярная, если $k=1$ или векторная размера $k \times 1$)» [4].

Пример использования функции `statespace` представлен на рисунке ниже.



Решение системы линейных ОДУ

Таким образом, выбор разнообразных инструментов зависит от многих факторов:

1. Для научных исследований и разработки новых алгоритмов оптимален Python с его богатой экосистемой библиотек.

2. Для инженерных расчётов «из коробки» лучше подходит MATLAB с его специализированными «тулбоксами».

3. Mathcad удобен благодаря интуитивному интерфейсу и символьным вычислениям, но ограничен в возможностях программирования и обработки больших данных по сравнению с другими математическими пакетами.

Конечно, при полноценной реализации того или иного метода, можно получить более детальное представление о плюсах и минусах той или иной среды, имея полный код. Он, естественно, отличается от написанного выше, ввиду необходимости учёта дополнительной информации и реализации в конкретной среде.

Заключение

Численные методы и современные программные среды открывают широкие возможности для решения сложных дифференциальных уравнений, с которыми не справляются аналитические подходы. Представленные методы и их реализации образуют мощный инструментарий для решения актуальных прикладных задач математического моделирования в различных областях науки и техники.

Библиографические ссылки

1. *Лева Г.А., Снежкина О.В.* Математика. Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений: учебно-методическое пособие. Пенза: ПГУАС. 2015. 68 с.
2. *Вержбитский В.М.* Основы численных методов: Учебник для вузов. М.: Высшая школа. 2002. 840 с.
3. Решение дифференциальных уравнений с Python [Online] URL: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/748532/> (дата обращения: 23.03.2025)
4. *Вельмисов, П.А.* Дифференциальные уравнения в Mathcad: учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ. 2016. 109 с.

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ АДМИНИСТРАТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

А. В. Елисеев¹⁾, Д. Л. Рябикова²⁾

*¹⁾ Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия,
EliseevAV@mgpu.ru*

*²⁾ Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия,
Rjabikovadl@mgpu.ru*

В данной статье рассмотрены основные аспекты цифровой трансформации административной деятельности в образовательных организациях, обусловленной развитием технологии искусственного интеллекта. Проанализированы примеры внедрения ИИ в управленческие процессы: автоматизация рутинных операций, интеллектуальные системы анализа данных, чат-боты и системы компьютерного зрения.

Ключевые слова: цифровая трансформация; искусственный интеллект; образовательная организация; административная деятельность; школы и колледжи; педагогические вузы; чат-боты; нейронные сети; управление в образовании; автоматизация процессов.

DIGITAL TRANSFORMATION OF ADMINISTRATIVE ACTIVITIES IN AN EDUCATIONAL ORGANIZATION UNDER THE INFLUENCE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY

A. V. Eliseev¹⁾, D. L. Riabikova²⁾

¹⁾ Moscow City University, Moscow, Russia, EliseevAV@mgpu.ru

²⁾ Moscow City University, Moscow, Russia, Rjabikovadl@mgpu.ru

This article examines the main aspects of the digital transformation of administrative activities in educational organizations, driven by the development of artificial intelligence technology. Practical examples of AI implementation in management processes are analyzed: automation of routine operations, intelligent data analysis systems, chatbots, and computer vision systems.

Keywords: digital transformation; artificial intelligence; educational organization; administrative activities; schools and colleges; pedagogical universities; chatbots; neural networks; management in education; process automation.

Введение

В современную эпоху активной цифровизации все сферы общества, включая образование, переживают качественные изменения. Цифровая трансформация административной деятельности в образовательных организациях обусловлена стремительным развитием технологий искусственного интеллекта (ИИ). Школы, колледжи и педагогические вузы находятся под влиянием этой тенденции, адаптируя управленческие процессы к новым цифровым реалиям. В условиях цифровой экономики система образования вынуждена разрабатывать инновационные подходы к интеграции ИИ, поскольку владение соответствующими компетенциями становится ключевым элементом подготовки будущих специалистов. Это означает, что не только обучение, но и административное управление должно эволюционировать, используя возможности ИИ для повышения эффективности [4].

Теоретические основы

Понятие цифровой трансформации в управлении образованием подразумевает коренные изменения способов организации и ведения административных процессов под воздействием цифровых технологий. Это не просто автоматизация отдельных задач, а пересмотр всей системы управления школой или вузом с учетом новых цифровых возможностей. В последние годы в России приняты стратегические инициативы, направленные на цифровое развитие образования. К ним относятся внедрение единой цифровой образовательной среды, электронных журналов и дневников, а также создание условий для применения аналитических и интеллектуальных систем в работе администраций образовательных учреждений.

Технологии искусственного интеллекта занимают особое место в этой трансформации. ИИ-системы способны анализировать большие объемы данных, выявлять скрытые зависимости и предлагать решения, что ранее было затруднительно сделать вручную. Для образовательной организации это означает, что решения по управлению могут приниматься более обоснованно и оперативно. Например, алгоритмы машинного обучения могут прогнозировать успеваемость студентов и сигнализировать о рисках академической неуспеваемости, позволяя администрации принять превентивные меры. В лекционных материалах для руководителей образовательных организаций перечисляются возможные «суперсервисы» на основе ИИ: интерактивные образовательные курсы, системы раннего выявления академических проблем, адаптивное обучение, персонализация,

системы менторства, симуляторы, виртуальные лаборатории, автоматизация административных процедур и оценивания [1].

Основные направления, в которых ИИ оказывает влияние на административные процессы, следующие:

- Аналитические системы и принятие решений. Машинное обучение и нейросетевые алгоритмы позволяют анализировать академические и организационные данные. Например, на основании больших данных об успеваемости, посещаемости и вовлеченности обучающихся ИИ может выявлять учащихся «группы риска» (склонных к отчислению или имеющих трудности) и сигнализировать руководству о необходимости поддержки. Кроме того, ИИ может оптимизировать различные параметры учебного процесса – от распределения нагрузки на преподавателей до планирования образовательных траекторий – что, в конечном счете, облегчает управленческие решения.

- Автоматизация рутинных административных задач. Значительная доля работы администрации связана с монотонными, повторяющимися операциями. Технологии ИИ в сочетании с роботизацией процессов (RPA) позволяют автоматизировать многие из этих процедур. Так, нейросетевые сервисы уже сейчас предоставляют инструменты для автоматизации таких задач как подготовка документов, проверка работ, составление отчетов и др., что существенно экономит время.

- Интеллектуальные информационные системы управления. Появляется новое поколение образовательных платформ – цифровые университеты и школы, где управление осуществляется на базе данных и ИИ. В таких системах интегрированы модули для всех аспектов деятельности: учебного процесса, административного менеджмента, коммуникации. Система может автоматически распределять аудитории и время занятий на основе заданных критериев и прогнозировать оптимальное расписание. Еще одна грань – интеллектуальные кадровые системы, помогающие руководству подбирать и расставлять персонал: анализируют квалификацию учителей, результаты их работы, предлагают траектории оптимального распределения по учебным курсам.

- Коммуникационные AI-инструменты (чат-боты и виртуальные ассистенты). Обеспечение обратной связи и информационная поддержка учащихся, родителей и сотрудников – важная часть административной работы [5]. Здесь всё чаще применяются чат-боты и голосовые помощники на базе ИИ. Виртуальные ассистенты доступны круглосуточно и активно отвечают на типичные вопросы, помогая разгрузить сотрудников [6].

- Системы обеспечения безопасности и контроля. Административная ответственность включает заботу о безопасности обучающихся. В ряде российских школ в пилотном режиме внедряются системы распознавания

лиц для контроля доступа на территорию по биометрическим данным. Камеры на входе, оснащенные ИИ-модулем, мгновенно идентифицируют входящих учащихся и сотрудников, сравнивая изображения с базой данных. Посторонние лица, не зарегистрированные в системе, не смогут пройти незамеченными [7].

Цифровая трансформация администрации невозможна без соответствующей подготовки кадров. Речь идет не только о ИТ-специалистах, обслуживающих системы, но и о руководителях образования, учителях, методистах – всех, кто вовлечен в управленческие процессы. Если школы и колледжи внедряют ИИ в управление, значит, будущие педагоги должны владеть базовыми навыками работы с такими системами и понимать их потенциал и ограничения. Педагогические вузы играют ключевую роль в формировании этих компетенций. Сегодня в программы подготовки включаются дисциплины по цифровым технологиям в образовании, основам анализа данных, основам ИИ. В МГПУ, МПГУ и других профильных вузах реализуются курсы, где будущие учителя учатся пользоваться электронными дневниками, системами управления курсами, интерактивными панелями и другими компонентами цифровой среды школы [2, 3]. Следующий шаг – обучить их работать с интеллектуальными системами: понимать принципы работы адаптивных обучающих программ, уметь интерпретировать отчеты, сгенерированные ИИ, и принимать решения на их основе. Активно развивается направление повышения квалификации. Периодические семинары, вебинары и стажировки посвящены обмену опытом по внедрению ИИ-инструментов.

Заключение

Цифровая трансформация административной деятельности в образовании под влиянием искусственного интеллекта – многогранный и неизбежный процесс. Она охватывает различные уровни: от повседневных делопроизводственных операций в школе до стратегического планирования развития образовательной организации. Рассмотренные аспекты и примеры показывают, что внедрение ИИ позволяет существенно повысить эффективность управления. Российская система образования уже делает уверенные шаги в этом направлении, опираясь как на практический опыт пилотных проектов, так и на научные исследования.

Цифровая трансформация – непрерывный процесс улучшения. Технологии ИИ будут продолжать развиваться, предлагая всё новые решения для оптимизации управления. Немаловажно сохранять баланс: ИИ должен внедряться там, где он действительно приносит пользу, освобождая время человека, но человеческий контроль и педагогическая мудрость остаются

решающими в вопросах воспитания и обучения. Важно подчеркнуть, внедрение ИИ в практику образования идет параллельно с развитием нормативной базы и методического обеспечения. Создаются рекомендации по этичному использованию ИИ в образовательной деятельности, учитываются вопросы безопасности данных и психологического комфорта участников образовательного процесса. Грамотное применение искусственного интеллекта позволяет администрации образовательных организаций делать свою работу более качественно, создавать условия для повышения качества самого образования. Дальнейшая цифровизация управленческих процессов с опорой на ИИ станет одним из решающих факторов конкурентоспособности и прогресса системы образования в XXI веке.

Библиографические ссылки

1. *Шунина Л.А.* Цифровые образовательные ресурсы в деятельности педагогов, работающих по программам Международного бакалавриата // Горизонты и риски развития образования в условиях системных изменений и цифровизации. Сб. научных трудов XII Международной научно-практической конференции (Москва, 25 января 2020 г.). М.: МАНПО, 2020. С. 316–319.
2. *Гриншкун В.В., Шунина Л.А.* Искусственный интеллект в образовательной деятельности и подготовке педагогов: необходимость исследований // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании. Материалы VII Международной научной конференции (Красноярск, 19–22 сентября 2023 г.). Красноярск: КГПУ им. В.П. Астафьева, 2023. С. 1056–1059.
3. *Шунина Л.А., Гринева Е.С.* Подходы к разработке системы «вопрос-ответ» на основе искусственного интеллекта для повышения познавательной активности студентов // Continuum. Математика. Информатика. Образование. 2024. №4(36). С. 96–104.
4. Абитуриентам Вышки помогает чат-бот [Электронный ресурс]. URL: ba.hse.ru (дата обращения: 29.03.2025).
5. В российских школах тестируют систему распознавания лиц [Электронный ресурс]. URL: gazeta.ru/tech/news/2021/10/26/n_16750879.shtml (дата обращения: 29.03.2025).
6. *Елисеев А.В., Рябикова Д.Л., Шунина Л.А.* Возможности использования капчи в обучении с применением генеративных нейронных сетей // Педагогическая инноватика и непрерывное образование в XXI веке. Сборник научных трудов II Международной научно-практической конференции (Киров, 20 мая 2024 г.). Киров: Вятский ГАТУ, 2024. С. 181–184.
7. *Елисеев А.В., Рябикова Д.Л.* Обзор генеративных нейронных сетей и их применение на основе промтов // Открытая наука – 2024. Сборник статей III Всероссийской научной конференции с международным участием (Москва, март–апрель 2024 г.). Москва: Интеллект-Центр, 2024. С. 15–20.

РАЗРАБОТКА БИБЛИОТЕКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON

Е. С. Жаворонок

*Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск,
evgeniyzhavoronok@gmail.com*

В результате работы была реализована библиотека для обеспечения отказоустойчивости распределенных систем с использованием языка программирования Python. Описаны основные паттерны, использованные в библиотеке, принцип их работы и условия, при которых необходимо их использование. Описана также система, с помощью которой реализована возможность комбинации паттернов и их одновременного выполнения.

Ключевые слова: отказоустойчивость; распределенные системы; паттерны; Bulkhead; Circuit Breaker; Rate Limiter; Timeout; Fallback; Python.

DEVELOPMENT OF A LIBRARY FOR ENSURING FAULT TOLERANCE OF DISTRIBUTED SYSTEMS USING THE PYTHON PROGRAMMING LANGUAGE

Y. S. Zhavaronak

Belarussian state university, Belarus, Minsk, evgeniyzhavoronok@gmail.com

As a result of the work, a library for ensuring fault tolerance of distributed systems using the Python programming language was developed. The main patterns used in the library are described, along with their principles of operation and the conditions under which they should be used. Additionally, a system that enables the combination of patterns and their simultaneous execution is described.

Keywords: fault tolerance; distributed systems; patterns; Bulkhead; Circuit Breaker; Rate Limiter; Timeout; Fallback; Python.

Введение

Современные распределенные системы сталкиваются с множеством вызовов: частичные отказы компонентов, сетевые задержки, перегрузки серверов и асинхронные взаимодействия. Обеспечение отказоустойчивости таких систем требует реализации специализированных паттернов проектирования, которые минимизируют каскадные сбои и повышают надеж-

ность. Система называется отказоустойчивой, если она способна функционировать даже в том случае, если какая-то ее часть работает некорректно [1].

Существующие решения для Python либо фокусируются на отдельных паттернах, не предлагая комплексного подхода к их комбинированию (tenacity, pybreaker), либо реализуют только небольшое количество паттернов (pyfailsafe), либо работают только для библиотеки asyncio (hux).

Цель работы — разработка библиотеки, предоставляющей гибкий инструментарий для создания отказоустойчивых конвейеров обработки запросов. В библиотеке реализованы следующие паттерны: Bulkhead, Circuit Breaker, Rate Limiter, Timeout, Fallback. Библиотека позволяет одновременно использовать несколько стратегий обработки сбоев через класс Pipeline.

Актуальность исследования обусловлена ростом популярности Python в микросервисной архитектуре и data science, где требования к отказоустойчивости систем критически важны.

Описание реализованных паттернов и детали реализации

Хотя паттерны могут использоваться по отдельности, основой библиотеки является класс Pipeline. Он позволяет комбинировать несколько паттернов для их одновременного выполнения. Сначала в том порядке, котором они были добавлены, выполняются паттерны, которые проверяют, может ли функция быть вызвана в данный момент: Bulkhead, Circuit Breaker и Rate Limiter. После этого начинается исполнение функции. При этом, если в объекте Pipeline есть паттерн Timeout, то функция вызывается через него. В случае если один из паттернов заблокировал выполнение функции или произошла ошибка, вызывается объект, переданный в паттерн Fallback.

Паттерн Bulkhead изолирует ресурсы системы, предотвращая каскадные сбои — ситуации, когда сбой в одном компоненте приводит к сбоям в других компонентах, зависящих от него. Данный паттерн выделяет определённое количество одновременных вызовов, которые доступны в данном контексте. Таким образом, даже если один из компонентов системы блокирует ресурсы, то он сможет заблокировать только то количество ресурсов, которое было для него выделено. При этом остальные компоненты, которые делят с ним один пул ресурсов, смогут продолжать работу, так как пул ресурсов не будет полностью истощен.

Паттерн Circuit Breaker также позволяет избежать каскадных сбоев, когда один из компонентов системы выходит из строя [2]. Паттерн имеет три состояния: закрытое, открытое и полукрытое. В закрытом состоянии запросы проходят как обычно и ведётся подсчет ошибок за опреде-

ленный промежуток времени. В открытом состоянии все запросы блокируются, и система не пытается выполнить операции. В полуоткрытом состоянии разрешено выполнение определенного количества операций до первого сбоя. Изначально паттерн находится в закрытом состоянии и, когда количество ошибок за определенный промежуток времени переходит пороговое значение, паттерн переходит в открытое состояние. В открытом состоянии он находится заданное количество времени, после чего переходит в полуоткрытое состояние. Если определенное количество операций в полуоткрытом состоянии выполняется успешно, паттерн переходит в закрытое состояние, иначе возвращается в открытое [3].

Паттерн Rate Limiter контролирует нагрузку на систему, предотвращая слишком частые запросы. При этом слишком большое количество запросов может означать не только действительно большую нагрузку от пользователей, но и то, что в системе произошел сбой и запросы, которые завершаются неудачно, сразу же вызываются заново. Паттерн Rate Limiter позволяет ограничить количество запросов в определённый промежуток времени. Паттерн Timeout прерывает слишком долго выполняющиеся операции для освобождения ресурсов. Если операция не закончилась за заданное время, она принудительно останавливается с помощью исключения.

Паттерн Fallback обеспечивает альтернативный сценарий поведения в случае, если результат основной функции был неудовлетворительным. Если основная функция закончилась с исключением или её возвращаемое значение не было допустимым, вызывается объект, переданный в Fallback.

Заключение

Созданная библиотека предоставляет разработчикам возможность использования паттернов отказоустойчивости в языке программирования Python для обработки запросов, позволяя их эффективно комбинировать. Это значительно упрощает процесс разработки надежных систем, которые могут справляться с частичными сбоями и сетевыми проблемами. Библиотека является расширяемой и кроме локального хранения состояния позволяет наследоваться от классов, реализующих паттерны, и создавать классы, которые будут хранить состояние в базах данных.

Библиографические ссылки

1. Ганмер Р. Patterns for Fault Tolerant Software / 1-е изд. Wiley, 2007. 23 с.
2. Circuit Breaker [Электронный ресурс]. URL: <https://martinfowler.com/bliki/CircuitBreaker.html> (дата обращения: 21.03.2025).
3. Молчанов Г. И. Circuit Breaker в системах на основе микросервисной архитектуры / Advanced Information Systems. 2018. Т. 2. № 4. С. 74–77.

СЕГМЕНТАЦИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ КЛЕТОК МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Н. П. Жемойтяк¹⁾, О. А. Лаврова²⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск,
natalliazhamaitsiak@gmail.com

²⁾Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск, *lavrovaoa@bsu.by*

В работе сравниваются два подхода сегментации биологических клеток двух целевых классов на малом наборе данных. Первый подход (сегментация с дообучением) заключается в обучении общей модели для сегментации клеток на общедоступных данных (один общий класс) и последующей корректировке весов сети. Во втором подходе (сегментация с классификацией) используется вышеуказанная общая модель в сочетании с моделью классификации фрагмента изображения с единой клеткой.

Ключевые слова: Компьютерное зрение; классификация; сегментация; сверточные нейронные сети; биологические клетки.

SEGMENTATION AND CLASSIFICATION OF BIOLOGICAL CELLS BY MACHINE LEARNING METHODS

N. P. Zhamaitsiak¹⁾, O. A. Lavrova²⁾

¹⁾Belarussian state university, Belarus, Minsk, *natalliazhamaitsiak@gmail.com*

²⁾Belarussian state university, Belarus, Minsk, *lavrovaoa@bsu.by*

This paper compares two approaches for segmenting biological cells of two target classes on a small dataset. The first approach (segmentation with pre-training) consists of training a general model for cell segmentation on publicly available data (one general class) and then adjusting the weights of networks. The second approach (segmentation with classification) uses the above mentioned general model combined with a single cell image region classification model.

Keywords: Computer vision; image classification; segmentation; convolutional neural networks; biological cells.

Введение

Задача сегментации представляет собой одну из самых распространенных и, в то же время, сложных задач в области компьютерного зрения [1]. Для обучения глубокой нейронной сети требуется огромный набор качественно размеченных изображений. К сожалению, исследователи не всегда располагают ресурсами, достаточными для осуществления качественного сбора корректных данных.

Современная медицина зачастую сталкивается с необходимостью в автоматической обработке изображений биологических образцов, таких как снимки тканей, клеток или органов, полученных с помощью микроскопии или томографии. При этом весьма ощутимым препятствием является отсутствие необходимого количества данных и/или средств для качественной разметки изображений. Следует отметить, что специфика сегментируемых объектов обуславливает необходимость осуществления разметки изображений специалистами в области медицины или под их руководством.

Подход 1: сегментация с дообучением

Рассмотрим задачу, в которой необходимо выделить на изображении клетки двух целевых классов, имея 16 размеченных изображений [2]. Из-за неравномерной плотности клеток на изображениях статистические методы компьютерного зрения не справляются с данной задачей, см, например, результаты исследований в [3], и появляется необходимость в обучении глубокой сверточной нейронной сети, для которой нужно большое количество данных. Например, в открытом доступе находится набор данных для сегментации клеток других классов с 600 изображениями [4].

Классический подход к решению задачи заключается в обучении общей модели для сегментации клеток как единого класса и последующем ее обучении с целевыми данными для разделения клеток на желаемые классы с использованием нескольких итераций. На рис. 1 видно, что два набора данных имеют похожий фон, форму клеток и плотность клеток на изображениях, что позволяет предположить, что их можно объединить для обучения общей модели сегментации клеток. Однако, данный подход не гарантирует переобучение модели на малом наборе данных и может привести к низким показателям точности.

В качестве основы была взята модель YOLO11n-seg [5]. Процесс обучения состоял из 200 итераций для сегментации общего класса клеток и еще 20 дополнительных итераций на целевых данных. В таблице описаны результаты о качестве предсказаний.

Подход 2: сегментация с классификацией

В отсутствие ограничений на оперативную память и время выполнения, к вышеуказанным моделям может быть добавлена нейронная сеть, классифицирующая клетки в отдельности. Таким образом, после сегментации клетки с использованием общей модели из изображения вырезается прямоугольник, описывающий биологическую клетку, который в дальнейшем используется в качестве входного изображения в классифицирующую нейронную сеть. Поскольку каждое изображение размещает клетки

в количестве более десяти, то количество имеющихся данных возрастет, что позволит сделать наиболее общую модель для классификации клеток с меньшей вероятностью возникновения необходимости ее переобучения.

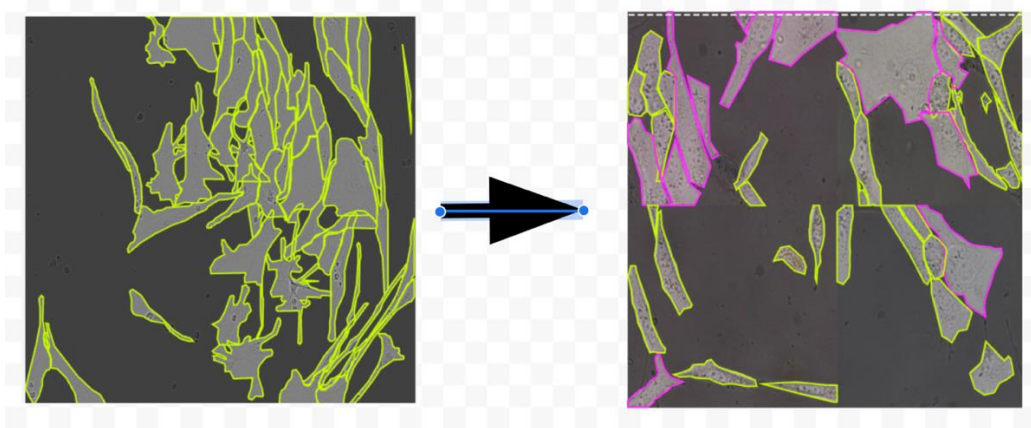


Рис. 1. Обучающие данные для общей модели сегментации (слева) и модели сегментации клеток двух классов (справа)

Процесс выделения описывающего прямоугольника одной клетки состоит в нахождении четырех параметров полигональной границы биологической клетки $x_{\min}$, $x_{\max}$, $y_{\min}$, $y_{\max}$ по формулам:

$$x_{\min} = \min(x_i | x_i \in X), \quad x_{\max} = \max(x_i | x_i \in X), \\ y_{\min} = \min(y_i | y_i \in Y), \quad y_{\max} = \max(y_i | y_i \in Y),$$

где X , Y – это множества x - и y -координат вершин, задающих границы клетки. Указанные четыре параметра используются для задания описывающего прямоугольника. На рис. 2 показан результат разбиения исходного изображения на отдельные изображения с клетками. Таким образом размер набора данных увеличился от 16 изображений до 500.

Для классификации изображений с биологическими клетками была взята модель ResNet50 [6]. Процесс обучения состоял из 150 итераций. Результаты представлены в таблице ниже.

Результаты сравнения двух подходов

Для сравнения подхода 1 и подхода 2 выбраны следующие метрики:

- точность сегментации IoU (Intersection Over Union) – это отношение площади пересечения $Area_of_Overlap$ предсказанного полигона с истинным значением к их объединению $Area_of_Union$:

$$IoU = \frac{Area_of_Overlap}{Area_of_Union};$$

- точность классификации *Accuracy* – это отношение правильных предсказаний *pred_correct* ко всем предсказаниям *pred_total* :

$$Accuracy = \frac{pred_correct}{pred_total}.$$

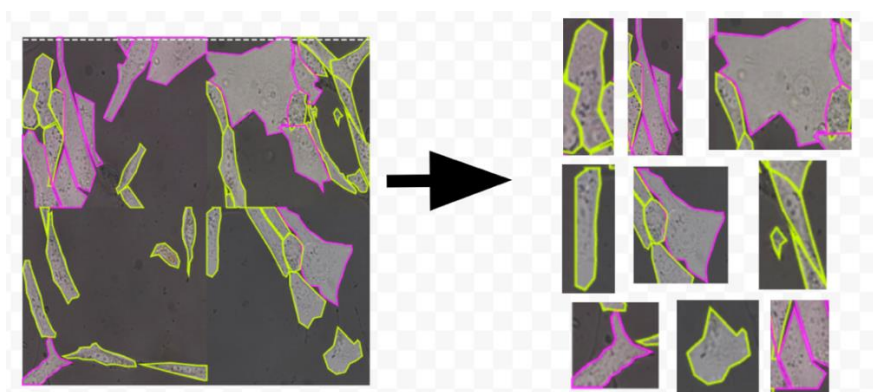


Рис. 2. Процесс построения набора данных для задачи классификации изображений: слева – исходное изображение, справа – изображения с отдельными клетками, полученные на основе исходного изображения.

Результаты в таблице показывают, что по качеству классификации подход 2 демонстрирует лучший результат по точности, но является более затратным по времени из-за использования двух последовательных сверточных нейронных сетей.

Сравнение качества двух подходов

Подход	<i>IoU</i>	<i>Accuracy</i>	Время выполнения предсказания (секунды)
1: сегментация с дообучением	0.70	0.56	0.2
2: сегментация с классификацией	0.71	0.75	0.65

Заключение

В данной работе исследованы два подхода для решения задачи сегментации экземпляра биологической клетки на изображении. Подход 1 использует предобученную нейронную сеть для сегментации клетки как

одного объекта и корректирует веса под целевые классы с помощью дальнейшего обучения на малом наборе данных. В подходе 2 задача сегментации биологических клеток на два класса подразделяется на задачу общей сегментации клетки и задачу классификации каждой клетки в отдельности по методу классификации изображения. Подход 2 способен улучшить качество классификации по сравнению с подходом 1, однако является более затратным по времени вследствие использования двух нейронных сетей, см. таблицу.

Библиографические ссылки

1. What is instance segmentation [Electronic resource]. URL: <https://blog.roboflow.com/instance-segmentation/>. (date of access: 01.03.2025).
2. Goranov V., Siutsou I., Lavrova O., Zhamaitsiak N., Pineiro Y., Rivas J., Romano M., Almasaleekh M. J., Di Bucchianico S., Bergese P., Kostal J. Mathematical prediction of polydopamine-coated spio-nanoparticle biocompatibility using cytotoxic tests in vitro, International Conference on Bioinformatics, Biomedicine, Biotechnology and Computational Biology. 27 – 28 June 2023, Pilsen, Czech Republic. 3p.
3. Жемойтяк Н. П., Лаврова О. А. Обработка изображений с биологическими клетками, Веб-программирование и интернет-технологии (WebConf2024) : материалы 6-й Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 15–16 мая 2024 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: И. М. Галкин (гл. ред.) [и др.]. Минск : БГУ, 2024. С. 266-270.
4. Sartorius - Cell Instance Segmentation [Electronic resource]. URL: <https://www.kaggle.com/competitions/sartorius-cell-instance-segmentation> (date of access: 14.10.2021).
5. Khanam R, Hussain M. YOLOv11: An Overview of the Key Architectural Enhancements; Huddersfield University. 9p.
6. He K., Zhang X., Ren S., Sun J. Deep Residual Learning for Image Recognition 2015, arXiv: 1512.03385. [Online]. URL: <https://arxiv.org/abs/1512.03385> (date of access: 10.04.2025).

ШАБЛОН ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ SHARED MODELS

А. Д. Захаренко

*Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск,
arsen.zaharenko@gmail.com*

Цель исследования — раскрыть особенности использования шаблона проектирования веб-приложений Shared Models. В статье дается определение и характеристика данного шаблона. Научная новизна исследования заключается в подходе к решению проблемы консистентности данных в межсервисном взаимодействии. В результате охарактеризован принцип работы шаблона и описан сценарий возможной реализации.

Ключевые слова: шаблон проектирования; межсервисное взаимодействие; асинхронная коммуникация; консистентность данных; распределенные модели; CQRS; Redis.

SHARED MODELS WEB APPLICATION DESIGN PATTERN

A. D. Zaharenko

Belarussian state university, Belarus, Minsk, arsen.zaharenko@gmail.com

The aim of the research is to explore the specifics of using the Shared Models design pattern in web applications. The article provides a definition and characteristics of this pattern. The scientific novelty of the research lies in the approach to solving the problem of data consistency in inter-service interaction. As a result, the working principle of the pattern is described, and a scenario for its possible realization is outlined.

Keywords: design pattern; inter-service interaction; asynchronous communication; data consistency; shared models; CQRS; Redis.

Введение

Шаблоны проектирования используются для решения типовых проблем, возникающих при разработке веб-приложений, а также для повышения их гибкости, масштабируемости и обслуживаемости, поэтому изучение шаблонов проектирования является актуальным.

В случае сложных веб-систем, состоящих из нескольких сервисов, взаимодействующих между собой, консистентность данных является од-

ной из главных проблем. Поскольку не существует четкого и стандартизированного решения для этой проблемы, предлагается рассмотреть применение шаблона *Shared Models* в качестве интересного подхода к ее решению.

Приведенные ниже источники содержат информацию о возможных проблемах при реализации шаблона, преимуществах и недостатках шаблона [1, с. 41], идейных компонентах шаблона [2-5], GitHub-репозиторий с полным примером реализации шаблона [6].

Определение и принцип работы шаблона

Shared Models (распределенные модели) — реализация информационного поля, основанная на моделях ORM, несущих в себе функционал передачи своих объектов на другие сервисы при их создании или изменении.

Распределенные модели представлены внутри специального shared-сабмодуля, который интегрируется в каждый сервис, использующий такие модели. Использование сабмодуля позволяет описать основные свойства моделей, а также базовый принцип передачи объектов в одном месте.

Шаблон *Shared Models* является разновидностью реализации CQRS архитектуры [2], т.к. операции записи и чтения распределенных моделей разделены.

Особенность такой реализации в том, что операция записи провоцирует передачу объекта с текущего сервиса на другие.

Принцип работы:

1. Для передачи данных используется резидентная база данных со своим шаблоном Pub/Sub [3], выступающая в роли брокера сообщений, например Redis [4];
2. Все сервисы имеют доступ к одной и той же базе данных Redis;
3. Каждый сервис, взаимодействующий с распределенными моделями, имеет свою объектно-реляционную базу данных;
4. Все изменения, записанные в базу данных, связанные с распределенными моделями, должны быть представлены в формате JSON и отправлены в Redis-очередь;
5. Все сервисы должны непрерывно прослушивать привязанные к ним Redis-каналы и записывать все изменения объектов распределенных моделей в свою базу данных.

Реализация шаблона

Рассмотрим веб-систему из трех сервисов: для продаж, администрирования и аналитики. На каждом из них есть общая модель заказа (Order), которую необходимо будет синхронизировать, т.е. каждый сервис может принимать новые и измененные заказы из Redis-канала и сохранять в свою базу данных.

Пусть сервис продаж дополнительно имеет возможность создавать новые заказы и добавлять их в Redis-каналы, а сервис администрирования — редактировать заказы и добавлять соответствующие дельты в Redis-каналы. Таким образом, все сервисы по умолчанию являются слушателями и могут иметь дополнительные роли (создатель, редактор).

Модель Order хранится в специальном shared-сабмодуле, т.к. она попадает под понятие распределенной. В проект каждого сервиса добавляется shared-сабмодуль, из которого импортируется распределенная модель для использования в логике соответствующего сервиса.

Реализация базируется на примере для E-Commerce приложения [5]. Помимо Redis, в качестве средств разработки используются язык программирования Python, веб-фреймворк Flask, ORM-библиотека SQLAlchemy, СУБД PostgreSQL.

Заключение

Целесообразность внедрения данного шаблона может быть обусловлена следующими причинами:

- увеличение объема трафика приложения;
- повышение пропускной способности и отказоустойчивости сервисов при высокой посещаемости;
- сокращение несоответствий данных;
- наличие общей модели на сервисах;
- упрощение внедрения общих моделей в будущем.

После проведения нагрузочного тестирования было установлено, что использование данного шаблона приводит к заметному увеличению производительности приложения по сравнению с использованием REST-подхода для синхронизации общих моделей.

Библиографические ссылки

1. Веб-программирование и интернет-технологии (WebConf2024) [Электронный ресурс] : материалы 6-й Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 15–16 мая 2024 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: И. М. Галкин (гл. ред.) [и др.]. Минск : БГУ, 2024. URL:

<https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/313416/4/WebConf2024.pdf> (date of access: 10.04.2025).

2. CQRS [Electronic resource]. URL: <https://martinfowler.com/bliki/CQRS.html>. (date of access: 13.03.2025).

3. Publish-subscribe pattern [Electronic resource]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Publish-subscribe_pattern. (date of access: 13.03.2025).

4. Introduction to Redis [Electronic resource]. URL: <https://redis.io/about>. (date of access: 13.03.2025).

5. How to Build an E-Commerce App Using Redis with the CQRS Pattern [Electronic resource]. URL: <https://redis.io/learn/howtos/solutions/microservices/cqrs>. (date of access: 13.03.2025).

6. GitHub repository with Shared Models pattern realization example [Electronic resource]. URL: https://github.com/arsen-zaharenko/shared_models. (date of access: 13.03.2025).

МЕХАНИЗМЫ И УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

Т. А. Захарова

*Московский городской педагогический университет, Москва, Россия
zaharovata@mgpu.ru*

В статье представлены ключевые механизмы и условия, обеспечивающие эффективное развитие инженерного мышления: внедрение STEM-образования, практико-ориентированные подходы, исследовательская и проектная деятельность, а также использование цифровых инструментов и партнёрство с внешними организациями.

Ключевые слова: инженерное мышление; образовательная среда; STEM; проектное обучение; цифровые технологии; профориентация; школьники; практико-ориентированное образование.

THE MECHANISMS AND CONDITIONS OF ENGINEERING MENTALITY DEVELOPMENT IN EDUCATIONAL ENVIRONMENT

T. A. Zakharova

Moscow City Pedagogical University, Russia, Moscow, zaharovata@mgpu.ru

The article presents the key mechanisms and conditions ensuring effective development of engineering thinking: implementation of STEM education, practice-oriented approaches, research and project activities, as well as the use of digital tools and partnership with external organisations.

Keywords: engineering thinking; educational environment; STEM; project-based learning; digital technologies; career guidance; schoolchildren; practice-oriented education.

Введение

Современная образовательная среда стремительно меняется под влиянием цифровизации, автоматизации и новых требований к выпускникам. Навыки, которые ещё недавно считались специфическими, сегодня становятся универсальными. Одним из таких навыков является инженерное мышление — способность анализировать задачу, искать оптимальные решения, применять знания из разных предметных областей для создания практических и технологичных решений.

Развитие инженерного мышления должно начинаться не в вузе, а гораздо раньше — на уровне школьного образования. И здесь ключевую роль играет не только содержание учебных курсов, но и сама организация образовательной среды, в которой создаются условия для активной, осмысленной и творческой деятельности школьников.

Теоретические основы инженерного мышления и механизмы его развития

Инженерное мышление рассматривается как комплексный когнитивно-деятельностный процесс, в основе которого лежит ориентация на решение реальных задач. Оно включает логическое и критическое мышление, умение моделировать и проектировать, использовать системный подход. Исследователи подчёркивают, что инженерное мышление тесно связано с функциональной грамотностью, креативностью, цифровыми навыками и умением работать в команде.

Современные подходы к формированию инженерного мышления ориентированы на:

- междисциплинарность (синтез знаний из математики, физики, информатики и технологий);
- практико-ориентированность (создание реальных или смоделированных технических решений);
- личностную мотивацию (интерес, вовлечённость, профориентация);
- цифровую среду (виртуальные лаборатории, платформы, симуляторы).

Формирование инженерного мышления — процесс сложный и многогранный. Он требует не только изменения содержания образования, но и перестройки самой образовательной среды, включая методы преподавания, технологии, организацию учебной деятельности и даже внешние связи школы. Ниже представлены ключевые механизмы и условия, способствующие развитию инженерного мышления у школьников.

STEM-подход как методологическая основа. Прежде всего, важнейшим методологическим основанием является внедрение STEM-образования. Этот подход обеспечивает системное развитие инженерных компетенций за счёт объединения наук и практики. Например, проект «умного дома» требует от школьников знаний по физике, программированию и математике. Важно не просто давать задачи, а обучать методам их решения: анализу, проектированию, тестированию. STEM формирует у школьников умение работать в междисциплинарной среде, а также интерес к реальному применению знаний.

Практико-ориентированное обучение. Немаловажным фактором выступает ориентация на практику. Образовательная среда должна предлагать учащимся реальные вызовы и прикладные задачи. Это могут быть мини-лаборатории, работа с Arduino, проведение инженерных практикумов, участие в школьных стартапах. Такие формы способствуют развитию ответственности, навыков работы с оборудованием и пониманию производственных процессов. Практико-ориентированное обучение делает школьников активными участниками образовательного процесса.

Исследовательская и проектная деятельность. Следующим значимым механизмом развития инженерного мышления является участие в проектной и исследовательской деятельности. Эти формы обучения позволяют учащимся погружаться в решение открытых задач, формулировать гипотезы, планировать эксперименты и доводить работу до логического результата. Работа над проектом требует системности, настойчивости и критического осмысления — всех тех качеств, что составляют основу инженерного мышления.

Профориентация и партнёрство с профессиональной средой. Одним из условий успешной социализации и профессионального самоопределения является взаимодействие с внешними профессиональными сообществами. Школа должна предоставлять учащимся возможность увидеть реальную инженерную деятельность — через экскурсии, стажировки, встречи с инженерами, участие в конкурсах и хакатонах. Это не только повышает мотивацию, но и делает учебный процесс более осмысленным и прикладным.

Цифровая образовательная среда. Нельзя не отметить роль цифровых технологий. Современные образовательные платформы, инженерные симуляторы, виртуальные лаборатории дают доступ к сложным процессам, моделированию, аналитике. Они особенно важны в условиях ограниченных ресурсов: даже при отсутствии сложного оборудования можно обеспечить высокий уровень вовлечённости и эффективности обучения.

Модульность и гибкость образовательного процесса. И, наконец, важным условием является гибкая организация обучения. Модульные курсы, элективы, индивидуальные проектные маршруты позволяют учитывать интересы и способности учащихся. Такая персонализация делает обучение осознанным и повышает готовность к самостоятельному решению инженерных задач.

Таким образом, развитие инженерного мышления возможно лишь при комплексном подходе, где сочетаются содержательные, организационные и технологические условия. Именно синтез перечисленных меха-

низмов позволяет формировать у школьников не только знания, но и инженерный тип мышления, способный стать основой для будущей профессиональной реализации.

Заключение

Инженерное мышление — не врождённое качество, а результат целенаправленного педагогического воздействия и правильно организованной образовательной среды. Для его развития необходима система условий: методологических (STEM-подход), ресурсных (оборудование, цифровые платформы), кадровых (подготовленные педагоги), организационных (проектные треки, внеурочная деятельность) и мотивационных (вовлечённость, ориентация на результат). Лишь при комплексном подходе возможно сформировать у школьников инженерное мышление, способное стать основой для профессионального выбора, успешной карьеры и участия в решении сложных задач современного общества.

Библиографические ссылки

1. *Абрамова О.Н.* Развитие инженерного мышления школьников [Электронный ресурс] / Текст: непосредственный // Молодой ученый. 2021. № 15 (357). С. 301-303. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/357/79877/>
2. *Андрюхина Л. М., Гузанов Б. Н., Анахов С. В.* Инженерное мышление: векторы развития в контексте трансформации научной картины мира // Образование и наука. 2023. Т. 25, № 8. С. 12-48.
3. *Фоменкова, Т. А.* Формируя инженерную мысль проектная деятельность как начальный этап реализации STEAM-образования / Вестник военного образования. 2023. № 6(45). С. 136-138.

ОБУЧЕНИЕ АЛГОРИТМИЗАЦИИ УЧАЩИХСЯ НАЧАЛЬНЫХ КЛАССОВ С АУТИЗМОМ: РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

Е. Ю. Исаева

*Московский городской педагогический университет, Россия, Москва,
kamyshnikovaej@mgpu.ru*

В статье рассматривается проблема обучения алгоритмизации учащихся начальных классов с расстройствами аутистического спектра (РАС). Освещаются трудности такого обучения и определяется его целесообразность, в силу выявленных «сильных сторон» учащихся с РАС. Приводятся характеристика учебно-методической разработки и результаты проведенного эксперимента.

Ключевые слова: алгоритмизация; расстройства аутистического спектра; начальная школа; аутизм.

TEACHING ALGORITHMIZATION TO PRIMARY SCHOOL STUDENTS WITH AUTISM: EXPERIMENTAL RESULTS

E. Yu. Isaeva

Moscow City University, Russia, Moscow, kamyshnikovaej@mgpu.ru

The article discusses the issue of teaching algorithmization to elementary school students with autism spectrum disorders (ASD). It highlights the challenges of such learning and determines its feasibility, due to the identified "strengths" of students with ASD. The characteristics of the educational and methodological development and the results of the experiment are presented.

Keywords: algorithmization; autism spectrum disorders; primary school; autism.

Введение

В последние годы наблюдается растущий интерес педагогов-исследователей к преподаванию информатики как инструмента для развития критического и логического мышления, креативности, навыков решения проблем, уверенности в себе и социальной интеграции детей с аутизмом [1; 2].

В курсе обучения информатики разделы «программирование» и «алгоритмизация» укоренились и стали неотъемлемыми компонентами учебной программы. Снижение возрастного минимума для их изучения до начального уровня образования оказывает не только пропедевтический «эффект», но и коррекционно-педагогическую помощь для категории детей с расстройством аутистического спектра (РАС), которые могут столкнуться с определенными трудностями в процессе обучения (трудности в общении, гиперсеситивность, феномен «тождества» и пр.) [3].

Несмотря на преимущества раннего обучения разделам информатики, существует ряд проблем, связанных со спецификой работы с учащимися с аутизмом.

Во-первых, необходимо учитывать индивидуальные особенности каждого ребенка, поскольку аутизм представляет собой спектр состояний, требующих адаптации обучающих подходов к конкретным потребностям. Во-вторых, нехватка квалифицированных педагогов с опытом работы с детьми с РАС может ограничивать доступ к качественному обучению. В-третьих, требуется разработка эффективных методик и инструментов, способствующих освоению алгоритмизации с учетом уникальных способностей и интересов детей с аутизмом.

Специфические трудности, такие как проблемы взаимодействия со сверстниками, игнорирование инструкций педагогов и негативные эмоциональные реакции, включая агрессию и аутоагрессию, являются регулярными вызовами для педагогов. Однако, сильной стороной детей с аутизмом является способность к взаимодействию в системе «человек-машина» или «человек-компьютер», что позволяет им успешно осваивать навыки работы с компьютерами и другими устройствами, открывая новые возможности для обучения и развития.

Конкретизация содержания образовательной программы начального общего образования по информатике отражается в учебниках и методических материалах авторов, таких как Матвеев Н.В., Челак Е.Н., Конопатова Н.К., Панкратов Л.П., Нуров Н.А., Плаксин М.А., Иванов Н.Г., Русаков О.Л., Рудченко Т.А., Семенов А.Л., Бененсон Е.П. и Паутова А.Г.

Для исследования проблемы обучения учащихся начальных классов с аутизмом был учебно-методический комплекс «Информатика в играх и задачах» созданный авторским коллективом А.В. Горячева, Т.О. Волковой и К.И. Гориной. Их подход, направленный на развитие алгоритмического и логического мышления и освоение компьютерных навыков, лучше всего соответствует целям нашего исследования.

Характеристические особенности учебно-методического сопровождения

В нашем понимании, «учебно-методическое сопровождение» (УМС) обучения алгоритмизации младших школьников с расстройством аутистического спектра является комплексным понятием, включающим не только учебно-методические материалы (рабочую программу курса), но и описание всего образовательного процесса для этой категории учащихся: методы работы, акценты на специфические потребности и организацию учебной деятельности. Разработанное сопровождение реализуется как особая технология, способствующая формированию алгоритмического мышления у учащихся с аутизмом.

Учебно-методическое сопровождение должно отличаться комплексностью и коррекционной направленностью, подразумевая междисциплинарное взаимодействие специалистов для оптимального включения детей с РАС в образовательную среду и поддержки их социальной адаптации.

Ключевые педагогические условия для эффективного сопровождения рассматриваемого обучения включают: индивидуальный маршрут с учетом особенностей развития учащихся с РАС; обеспечение эмоционально-личностного и социального развития, преодоление коммуникативных барьеров; методическое сопровождение обучения алгоритмизации.

Содержание УМС основывается на дидактических принципах, значимых для детей с РАС: от простого к сложному, систематичность, доступность, повторяемость, а также мультимедийной дидактике, с акцентом на индивидуально-дифференцированный подход.

Используемые методы и средства, такие как визуальное расписание, наглядные планы и альтернативная коммуникация, развивают необходимые алгоритмические навыки. В рамках исследования учащимся предлагались разнообразные задания, включая пошаговое выполнение алгоритма, составление алгоритмов на естественном языке и знакомство с визуально-блочным программированием (Snap!, Scratch, StarLogoNova, AppInventor).

Результаты

Опытно-экспериментальная работа проводилась в период с сентября 2022 года по январь 2025 года на базе ГБОУ города Москвы «Школа № 1528» имени И. В. Панфилова.

Целью исследования было разработать и обосновать учебно-методическое сопровождение по обучению основам алгоритмизации учащихся начальных классов с расстройством аутистического спектра.

Исследование состояло из трех этапов: констатирующего, формирующего и контрольного. Участвовали три группы детей 9-10 лет: первая – дети с РАС, вторая – их нейротипичные сверстники (N), третья – нейротипичные сверстники в условиях естественного развития (Ne). Основное внимание уделялось первой группе (ЭГ РАС), так как именно обучение младших школьников с РАС составляет предмет исследования. Результаты других групп использовались для сравнительного анализа уровня алгоритмического мышления.

В ЭГ РАС входили 8 детей с РАС, обучавшихся по АООП НОО (вариант 8.1), который разработан для «высокофункциональных» аутистов и предполагает достижения, сопоставимые с нейротипичными сверстниками. Малочисленность группы обусловлена спецификой нарушения и моделью организации образовательного процесса.

Была выбрана и адаптирована для учащихся с РАС «Методика исследования словесно-логического мышления» Э.Ф. Замбацавичене.

Экспериментальное исследование продемонстрировало положительную динамику в развитии алгоритмического мышления у учащихся с РАС. Результаты подтвердили, что экспериментальная работа по формированию и развитию алгоритмического мышления способствовала приближению этих учащихся к уровню развития их нейротипичных сверстников. Это свидетельствует об успешной реализации разработанного учебно-методического сопровождения, отвечающего выше обозначенным критериям, направленного на обучение основам алгоритмизации младших школьников с РАС (см. рисунок).



Динамика развития экспериментальной группы с аутизмом

Кроме того, наблюдалось значительное улучшение не только в когнитивных навыках, но и в социальном взаимодействии этих учащихся. Использование предсказуемых алгоритмов и структурированных подходов

способствовало более эффективной организации мыслительных процессов и действий, что, в свою очередь, укрепило уверенность и мотивацию учащихся к обучению.

Заключение

Педагогический поиск эффективных методов обучения алгоритмизации учащихся с расстройствами аутистического спектра стал основным стимулом для автора в разработке соответствующего учебно-методического сопровождения, что и определило цель данного исследования. Этот процесс требует от педагога особого внимания и индивидуального подхода, поскольку он должен овладеть «стратегиями выбора», которые касаются как методов обучения, так и решений конкретных профессиональных задач, зачастую не имеющих заранее определенных параметров [4].

На основе полученного опыта можно сделать вывод, что дальнейшее развитие и внедрение подобной практики, учитывающей индивидуальные потребности детей с РАС, будет способствовать их успешной социализации и адаптации в будущей образовательной и социальной среде. Таким образом, развитие алгоритмического мышления позволит значительно улучшить их качество жизни и возможности для самореализации.

Библиографические ссылки

1. How coding can teach life skills to kids with autism // The Mighty URL: <https://themighty.com/2018/04/coding-life-skills-autism/> (дата обращения: 02.03. 2025).
2. Genius May Be an Abnormality: Educating Students with Asperger's Syndrome, or High Functioning Autism // Indiana University Bloomington URL: <https://www.iidc.indiana.edu/> (дата обращения: 02.03. 2025).
3. Стожарова С.И. Педагогические условия активизации учебной деятельности младших школьников с расстройством аутистического спектра / Инновации. Наука. Образование. 2020. № 23. С. 1552–1557.
4. Садыкова, А. Р. Педагогический поиск: теория, методология, прикладные аспекты / Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Книжный дом "ЛИБ-РОКОМ". 2013. 200 с.

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА YOLO ДЛЯ ДЕТЕКЦИИ МАЛЫХ ОБЪЕКТОВ

А. В. Каптуров¹⁾, О. О. Колб²⁾, Д. А. Гутлыев³⁾

¹⁾Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск, Беларусь, ultraluxe25@mail.ru

²⁾Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск, mwkolb1@gmail.com

³⁾Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск, daykanot@gmail.com

Рассмотрена проблема детекции малых объектов в компьютерном зрении, обусловленная её важностью для множества практических задач, а также значительными трудностями, возникающими при обработке малых объектов современными моделями. Анализируются определения и особенности детекции малых объектов, рассматриваются основные методы обучения, а также различные алгоритмы, используемые для этой задачи. Проведено тестирование моделей на реальных данных.

Ключевые слова: компьютерное зрение; детекция; YOLO; малые объекты; метрики; дроны; нейронные сети; обучение моделей.

APPLICATION OF YOLO FAMILY MODELS FOR DETECTION OF SMALL OBJECTS

A. V. Kapturov¹⁾, A. A. Kolb²⁾, D. A. Gutlyyev³⁾

¹⁾United Institute of Informatics Problems of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus, ultraluxe25@mail.ru

²⁾Belarussian state university, Belarus, Minsk, mwkolb1@gmail.com

³⁾Belarussian state university, Belarus, Minsk, daykanot@gmail.com

The problem of small object detection in computer vision is considered, due to its importance for many practical tasks, as well as significant difficulties encountered in processing small objects by modern models. Definitions and peculiarities of small object detection are analyzed, the main training methods are considered, as well as various algorithms used for this task. Testing of models on real data is carried out.

Keywords: computer vision; detection; YOLO; small objects; metrics; drones; neural networks; model training.

Детекция объектов одна из самых сложных и важных задач современного компьютерного зрения. Детекция малых объектов – это одно из направлений детекции, которое имеет большое теоретическое и практиче-

ское значение в различных сценариях, таких как наблюдение, обнаружение беспилотников, обнаружение пешеходов на дороге, обнаружение знаков дорожного движения для беспилотного транспорта и др. Несмотря на значительные результаты в общей детекции объектов, в детекции малых объектов наблюдаются значительные трудности. Даже у самых передовых моделей детекции обнаруживается большой разрыв на метриках при детекции обычных объектов и малых объектов. [1].

Для решения проблемы детекции малых объектов были предложены различные работы, которые можно разделить на шесть групп: ориентированные на выборку (sample-oriented) методы, учитывающие масштаб (scale-aware) методы, основанные на внимании (attention-based) методы, методы имитации признаков (feature-imitation), методы моделирования контекста (feature-imitation), методы фокусирования и детекции (focus-and-detect) [2].

Актуальность детекции малых объектов возрастает в поисково-спасательных операциях, особенно при использовании беспилотных летательных аппаратов. К примеру, в 2017 году Береговая охрана США участвовала в 15 951 операции, в ходе которых погибло 618 человек. Одной из самых трудных задач является поиск и локализация пропавших людей и объектов. Современные технологии и искусственный интеллект, могут существенно улучшить этот процесс.

Теоретические основы

В данной работе рассмотрен набор данных «Aerial-drone Floating Objects» (AFO) [3], созданный для детекции малых объектов в морской среде. Набор содержит 3647 изображений с почти 40 000 отмеченными объектами и доступен для академического использования, что способствует развитию более эффективных систем для поисково-спасательных операций.

В наборе данных AFO более 99% объектов имеют площадь менее 1% от общей площади изображения. Также присутствуют множество изображений с высокой плотностью объектов — более 30% изображений содержат более 20 экземпляров объектов. Датасет AFO включает 6 классов надводных объектов: люди в воде (human), доски для виндсерфинга или сапбординга (wind/sup-board), лодки (boat), плавучие буи (buoy), парусные лодки (sailboat) и каяки (kayak).

Таким образом, AFO может быть использован для разработки и проверки методов обнаружения мелких объектов [4].

Для обучения модели детекции малых объектов были выбраны модели YOLO11 small и YOLO11 medium компании Ultralytics[5].

Метрики и скорость работы моделей YOLO11.

Модель	Размер (пиксели)	mAPval 50-95	Скорость CPU ONNX (мс)	Скорость T4 TensorRT10 (мс)	Параметры (М)	FLOPs (B)
YOLO11n	640	39.5	56.1 ± 0.8	1.5 ± 0.0	2.6	6.5
YOLO11s	640	47.0	90.0 ± 1.2	2.5 ± 0.0	9.4	21.5
YOLO11m	640	51.5	183.2 ± 2.0	4.7 ± 0.1	20.1	68.0
YOLO11l	640	53.4	238.6 ± 1.4	6.2 ± 0.1	25.3	86.9
YOLO11x	640	54.7	462.8 ± 6.7	11.3 ± 0.2	56.9	194.9

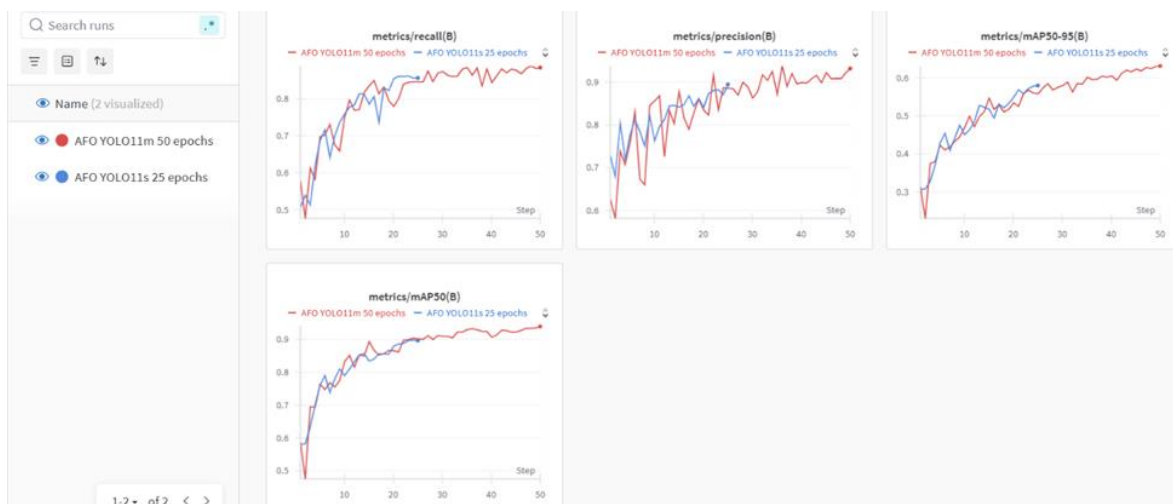
Дадим краткое описание таблицы. Названия моделей из семейства YOLO11 (n — nano, s — small, m — medium, l — large, x — extra large). Разрешение входного изображения (640x640 пикселей). mAPval 50-95 - это средняя точность (mean Average Precision) в диапазоне IoU от 0.5 до 0.95. Скорость CPU ONNX (мс) – это время обработки на CPU с использованием формата ONNX (в миллисекундах). Скорость T4 TensorRT10 (мс) – это время обработки на GPU NVIDIA T4 с использованием TensorRT10 (в миллисекундах). Параметры (М) – это количество параметров модели в миллионах. FLOPs (B) – это количество операций с плавающей точкой в миллиардах.

Практические результаты

Модель YOLO11s обучалась на 25 эпохах, тогда как YOLO11m на 50 эпохах. Мониторинг метрик производился с помощью TensorBoard во время обучения и с помощью W&V по результатам обучения обеих моделей.

Рисунок состоит из четырех графиков, которые показывают изменение ключевых метрик в процессе обучения моделей YOLO11 на наборе данных AFO. В эксперименте сравниваются AFO_YOLO11M_50_epoch (красная линия) — обучение в течение 50 эпох и AFO_YOLO11S_25_epoch (синяя линия) — обучение в течение 25 эпох.

Каждый график отображает одну из метрик в зависимости от шага обучения (step). Верхний левый график - метрика recall (полнота). Верхний посередине график - метрика precision (точность). Нижний график - метрика mAP0.5 (средняя точность при IoU = 0.5). Верхний правый график - метрика mAP50-95 (средняя точность, усредненная для IoU от 0.5 до 0.95). Рассмотрим отдельно каждый график подробнее.



Метрики производительности YOLO11s и YOLO11m на наборе данных AFO

Recall (верхний левый график): обе модели показывают рост полноты с увеличением числа шагов, модель с 50 эпохами (красная линия) достигает более высокого значения (примерно 0.9) по сравнению с моделью на 25 эпох (синяя линия, около 0.85). Более длительное обучение позволяет модели лучше находить объекты, особенно мелкие, что важно для набора AFO, где 99% объектов имеют площадь менее 1% изображения.

Precision (график посередине): точность обеих моделей примерно одинаковая и достигает 0.9 на 25-й эпохе.

Колебания могут быть связаны с тем, что модель пытается найти баланс между метриками precision и recall, особенно в условиях сложного набора данных с мелкими объектами.

mAP50 (нижний график): метрика mAP50 (средняя точность при IoU = 0.5) растет для обеих моделей. Модель с 50 эпохами достигает значения около 0.95, что значительно выше, чем у модели с 25 эпохами (около 0.9).

mAP50-95 (верхний график справа): усредненная метрика mAP для диапазона IoU от 0.5 до 0.95 также выше у модели с 50 эпохами (около 0.65) по сравнению с 25 эпохами (около 0.55). Эта метрика более строгая, так как учитывает точность локализации объектов на разных уровнях IoU. Разница между моделями подтверждает, что дополнительное обучение улучшает не только обнаружение, но и точность локализации.

Заключение

Модель, обученная в течение 50 эпох, демонстрирует лучшие результаты по всем метрикам по сравнению с моделью, обученной 25 эпохами. Это ожидаемо, поскольку большее количество эпох позволяет модели лучше адаптироваться к сложным данным, особенно при работе с мел-

кими объектами, как в наборе AFO. Метрики для модели с 50 эпохами показывают меньшую волатильность, особенно метрика precision, что свидетельствует о более стабильном обучении.

Несмотря на хорошие результаты по большинству метрик, метрика mAP50-95 остается относительно низкой (около 0.55–0.65, даже для 50 эпох). Это может быть связано с трудностями классификации мелких объектов и их отличия от фона, как отмечается в статье [1]. Оба эксперимента показывают улучшение метрик с увеличением числа эпох, что подтверждает эффективность архитектуры YOLO11 для детекции малых объектов, в частности для обнаружения объектов в морской среде.

Для дальнейшего улучшения производительности стоит увеличить количество эпох (например, до 75 или 100) и проанализировать, продолжат ли метрики расти. Также стоит рассмотреть применение методов аугментации данных или внедрение механизмов внимания для повышения точности классификации мелких объектов. Поскольку метрика mAP50-95 остается низкой, полезно исследовать, какие классы объектов вызывают наибольшие ошибки, и сосредоточиться на улучшении их обнаружения.

Библиографические ссылки

1. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection [Electronic resource] / J. Redmon [et al.] // 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Las Vegas, NV, USA, 27–30 June 2016. 2016. Mode of access: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7780460> (date of access: 27.03.2025).
2. Cheng G., Yuan X., Yao X., Yan K., Zeng Q., Xie X. Towards Large-Scale Small Object Detection: Survey and Benchmarks // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2023. Т. 45. №. 11. С. 13467-13488.
3. AFO - Aerial dataset of floating objects [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.kaggle.com/datasets/jangsienicajzkowy/afo-aerial-dataset-of-floating-objects/code>. (дата доступа 27.03.2025)
4. Gqsienica-Józkowy, J., Knapik, M., & Cyganek, B. (2021). An ensemble deep learning method with optimized weights for drone-based water rescue and surveillance. Integrated Computer-Aided Engineering, 1–15.
5. Ultralytics YOLO11 Modes [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://docs.ultralytics.com/modes/>. (дата доступа 27.03.2025)

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ВНЕДРЕНИЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЛИЧНОСТИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙНА

П. О. Ковалев

*Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск,
kovalevpo2001@gmail.com*

Рассмотрена проблема идентификации на основе технологии блокчейн, обусловленная необходимостью повышения безопасности данных, обеспечения конфиденциальности и устранения зависимости от централизованных провайдеров. Проанализированы методы построения систем самосуверенной идентичности. Представлены механизмы защиты персональных данных с применением криптографических доказательств.

Ключевые слова: блокчейн; децентрализованная идентификация; самосуверенная идентичность; цифровой идентификатор; верифицируемые учетные данные; защита персональных данных.

ANALYSIS OF THE CHALLENGES OF IMPLEMENTING DECENTRALISED PERSONAL IDENTIFICATION BASED ON BLOCKCHAIN TECHNOLOGY

P. O. Kovalev

Belarussian state university, Belarus, Minsk, kovalevpo2001@gmail.com

The problem of identification based on blockchain technology is considered, caused by the need to improve data security, ensure confidentiality and eliminate dependence on centralized providers. Methods for constructing self-sovereign identity systems are analyzed. Mechanisms for protecting personal data using cryptographic evidence are presented.

Keywords: blockchain; decentralised identification; self-sovereign identity; digital identifier; verifiable credentials; personal data protection.

Введение

Проблема идентификации личности в цифровом пространстве становится все более актуальной в связи с ростом числа онлайн-сервисов, требующих подтверждения личности пользователей. Традиционные централизованные системы идентификации имеют ряд недостатков, включая риски утечки данных, зависимость от доверенных посредников и отсутствие контроля пользователей над своими персональными данными. Де-

централизованная идентификация на основе технологии блокчейн предлагает альтернативный подход, позволяющий пользователям самостоятельно управлять своими цифровыми идентификаторами без необходимости полагаться на центральный орган [1].

Для создания систем децентрализованной идентификации, блокчейн используется в качестве надежной инфраструктуры для хранения и верификации цифровых идентификаторов и связанных с ними метаданных. Важно отметить, что сами персональные данные обычно не хранятся в блокчейне из соображений конфиденциальности и соответствия нормативным требованиям. Вместо этого в блокчейне размещаются децентрализованные идентификаторы, которые служат указателями на верифицируемые учетные данные, хранящиеся в защищенных децентрализованных хранилищах или на устройствах пользователей [2].

Возможности внедрения децентрализованной идентификации и сферы применения

Ключевой концепцией децентрализованной идентификации является самосуверенная идентичность (Self-Sovereign Identity, SSI), которая предоставляет пользователям полный контроль над своими персональными данными. В модели SSI пользователь создает собственные децентрализованные идентификаторы, получает верифицируемые учетные данные от доверенных эмитентов и самостоятельно решает, какие данные раскрывать проверяющим сторонам [3].

Процесс работы системы SSI. Система самосуверенной идентичности включает следующие этапы:

1. Создание идентификатора: пользователь генерирует пару криптографических ключей и регистрирует DID в блокчейне.
2. Получение учетных данных: авторитетные организации (государственные органы, учебные заведения, работодатели) выдают пользователю верифицируемые учетные данные, подписанные их цифровыми подписями.
3. Хранение данных: пользователь хранит полученные учетные данные в своем цифровом кошельке.
4. Предъявление данных: при необходимости пользователь может предоставить верифицируемые учетные данные третьим сторонам, создавая криптографические доказательства без раскрытия всей информации.
5. Верификация: проверяющая сторона может удостовериться в подлинности предоставленных данных, проверив цифровую подпись эмитента через блокчейн, без необходимости связываться с ним напрямую.

Сферы применения. Децентрализованная идентификация на основе блокчейна может быть эффективно внедрена в следующих областях:

- Государственные услуги: создание единой цифровой идентичности гражданина для доступа к государственным услугам с сохранением конфиденциальности и минимизацией административных издержек.

- Финансовый сектор: упрощение процедур KYC (Know Your Customer) и AML (Anti-Money Laundering), снижение рисков мошенничества и обеспечение трансграничной идентификации.

- Здравоохранение: управление медицинскими данными пациентов с возможностью избирательного раскрытия информации медицинским учреждениям при сохранении конфиденциальности.

- Образование: верификация академических достижений и квалификаций без необходимости обращения в учебные заведения.

- Трудоустройство: проверка квалификации соискателей и подтверждение трудового опыта.

- Онлайн-сервисы: упрощение процессов аутентификации и авторизации без необходимости создания множества учетных записей и паролей.

Преимущества использования:

- Повышение контроля пользователей над персональными данными: владельцы данных самостоятельно решают, какую информацию, кому и когда предоставлять.

- Минимизация раскрытия информации: возможность предоставления только необходимых данных с использованием избирательного раскрытия и нулевого разглашения знаний.

- Устранение зависимости от централизованных провайдеров идентификации: снижение рисков компрометации данных при взломе или отказе центральных серверов.

- Повышение надежности идентификации: криптографическая верификация данных и невозможность их подделки.

- Переносимость идентификационных данных: возможность использовать один набор верифицируемых учетных данных в различных системах и сервисах.

- Снижение административных издержек: устранение необходимости повторной верификации данных разными организациями.

- Устойчивость к цензуре: невозможность блокирования доступа к идентификационным данным третьими сторонами.

Недостатки использования:

- Технологические барьеры: сложность внедрения и интеграции с существующими системами идентификации.

- Проблемы масштабируемости: ограничения производительности и пропускной способности публичных блокчейнов.

- Правовые и регуляторные вызовы.

- Управление ключами: риски потери приватных ключей.

- Социальное принятие: необходимость повышения технической грамотности пользователей.
- Отсутствие стандартизации: несовместимость различных систем децентрализованной идентификации из-за отсутствия единых стандартов.

Результаты и возможные решение проблем внедрения

В ходе исследования были проанализированы ключевые проблемы, препятствующие широкому внедрению систем децентрализованной идентификации, и разработаны потенциальные решения этих проблем. Результаты исследования показывают, что современные технологические разработки и методологические подходы способны преодолеть большинство существующих барьеров при условии системного подхода к их внедрению.

Проблема масштабируемости и производительности

- Использование слоев второго уровня (Layer 2): внедрение решений, позволяющих обрабатывать большую часть транзакций за пределами основного блокчейна.
- Применение консорциумных блокчейнов: создание специализированных блокчейн-сетей для идентификации с ограниченным числом доверенных валидаторов.
- Оптимизация данных: хранение в блокчейне только минимально необходимой информации (хеши и метаданные), а не полных верифицируемых учетных данных.

Вопросы конфиденциальности и защиты данных

- Внедрение технологий с нулевым разглашением знаний для криптографического доказательства владения информацией без её раскрытия.
- Разработка гибридных архитектур: комбинация блокчейна с децентрализованными хранилищами данных для обеспечения контроля доступа к конфиденциальной информации.

Проблема управления ключами

- Внедрение социального восстановления: разделение секретов между доверенными лицами для восстановления доступа при потере ключей.
- Многофакторная аутентификация: использование комбинации биометрии, аппаратных токенов и паролей для снижения рисков компрометации.
- Системы доверенного хранения: разработка безопасных облачных решений для резервного копирования ключей со строгим контролем доступа.

Отсутствие стандартов и нормативно-правовой базы

- Участие в разработке стандартов: поддержка инициатив W3C по стандартизации децентрализованных идентификаторов (DID) и верифицируемых учетных данных (VC).
- Сотрудничество с регуляторами: взаимодействие с государственными органами для разработки нормативной базы, соответствующей технологическим возможностям блокчейна.
- Создание отраслевых консорциумов: объединение компаний и организаций для разработки общих подходов к внедрению децентрализованной идентификации.

Библиографические ссылки

1. World Economic Forum. Digital Identity [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://widgets.weforum.org/blockchain-toolkit/digital-identity/index.html> (дата доступа 15.03.2025)
2. *Alex Preukschat*. Self-Sovereign Identity: Decentralized digital identity and verifiable credentials // Manning Publications, 2021. 504с.
3. *Allen, C*. The Path to Self-Sovereign Identity. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.lifewithalacrity.com/article/the-path-to-self-sovereign-identity> (дата доступа 15.03.2025)

СОЗДАНИЕ МНЕМОКАРТ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНЖЕНЕРОВ-ПРОГРАММИСТОВ

С. В. Ковальчук¹⁾, Д. А. Кушнер²⁾

¹⁾Белорусский национальный технический университет, Беларусь, Минск,
sofya.kovalchuk6@gmail.com

²⁾Белорусский национальный технический университет, Беларусь, Минск,
domitory.ku@mail.ru

Рассмотрена проблема целесообразности использования мнемокарт в процессе обучения инженеров-программистов как эффективного инструмента для повышения качества усвоения материала. Основное внимание уделено интеграции мнемокарт в учебный процесс программирования, несмотря на их признанную эффективность в области когнитивной психологии. Представлены подходы к разработке мнемокарт, учитывающие специфику учебных дисциплин и когнитивные особенности студентов.

Ключевые слова: мнемокарты; обучение инженеров-программистов; критическое мышление; визуализация знаний; структурирование информации; развитие аналитического мышления.

CREATING MNEMONIC MAPS WHEN TEACHING SOFTWARE ENGINEERS

S. V. Kovalchuk¹⁾, D. A. Kushner²⁾

¹⁾Belarussian state university, Belarus, Minsk, sofya.kovalchuk6@gmail.com

²⁾Belarussian state university, Belarus, Minsk, domitory.ku@mail.ru

The problem of expediency of using mnemocards in the learning process of software engineers as an effective tool for improving the quality of learning is considered. The main attention is paid to the integration of mnemocards into the educational process of programming, despite their recognised effectiveness in the field of cognitive psychology. The paper presents approaches to the development of mnemocards that take into account the specifics of academic disciplines and cognitive characteristics of students.

Keywords: mnemonic cards; training of software engineers; critical thinking; visualization of knowledge; structuring information; development of analytical thinking.

Введение

В последние годы все большую значимость приобретают технологии активного обучения, которые опираются на творческое, продуктивное мышление и коммуникацию. Их появление связано со стремлением преподавателей активировать познавательную деятельность студентов, побуждать их к самостоятельному получению знаний, создавать оптимальные условия для овладения профессионально значимыми компетенциями, практическими умениями и навыками[1]

Современные требования к подготовке инженеров-программистов связаны с быстрыми темпами развития информационных технологий, повышением сложности инженерных задач и необходимостью интеграции междисциплинарных знаний. В связи с этим возникает потребность в инновационных методах, которые способствуют повышению качества усвоения теоретического материала и развитию практических навыков. Поскольку традиционный способ запоминания слов и выражений через списки зачастую оказывается недостаточно эффективным. В данном контексте использование мнемотехники, в частности мнемокарт, приобретает особую значимость.

Основной текст

Мнемокарты — это визуализированные структуры данных, разработанные с учетом когнитивных особенностей восприятия информации. Они позволяют структурировать и упрощать учебный материал, делая его более доступным для понимания и усвоения. Для инженеров-программистов это особенно важно, так как многие аспекты их работы связаны с освоением сложных технических концепций, требующих глубокого анализа и запоминания.

Использование мнемокарт способствует не только ускоренному запоминанию профессиональной терминологии, но и развитию критического мышления.

Рассмотрим способ применения технологии развития критического мышления при формировании всех навыков у студентов, поскольку развитие критического мышления должно происходить на каждом этапе образовательного процесса. Технология развития критического мышления включает в себя три стадии. На стадии «Вызов» происходит постановка проблемы и актуализация имеющихся у обучающихся знаний по теме. На стадии «Осмысление» происходит работа с информационными источни-

ками, ищутся пути решения поставленной проблемы. На стадии «Рефлексия» происходит анализ проделанной работы, синтез умозаключений, оценка результатов собственной деятельности и деятельности других.

Запоминание терминов в виде оторванных от контекста списков недостаточно эффективно, поэтому развитие критического мышления при освоении языковых навыков возможно через использование мнемотехники. Мнемотехника – это способ запоминания информации, основанный на построении ассоциаций [2]. Применение мнемотехники происходит в четыре этапа. Первый этап – «Кодирование в образы». В рамках этого этапа происходит актуализация информации и представление нового умозаключения в простых зрительных образах. Второй этап – «Соединение образов». В рамках этого этапа происходит создание ассоциации между словом и его образным отображением. Третий этап – «Запоминание последовательности ассоциаций и представление ее целиком». В рамках этого этапа происходит финальное запоминание ассоциации. Четвертый этап – «Закрепление в памяти и применение в речи», сопровождающееся многократным мысленным повторением [3].

Таким образом, связь между стадиями технологии развития критического мышления и этапами применения мнемотехники очевидна. Стадии «Вызов» соответствует этап «Кодирование в образы». Стадии «Осмысление» соответствуют этапы «Соединение образов» и «Запоминание последовательности ассоциаций и представление ее целиком», а стадии «Рефлексия» соответствует этап «Закрепление в памяти и применение в речи».

При работе с мнемокартами учащиеся вынуждены активно анализировать и систематизировать материал, что улучшает понимание взаимосвязей между различными элементами информации. Такой подход помогает инженерам-программистам не просто механически заучивать термины, но и глубже осознавать их значение и применение в профессиональной деятельности.

Рассмотрим несколько примеров использования мнемокарт в процессе обучения инженеров-программистов.

1. Структурирование алгоритмов мнемокарты является эффективным инструментом для наглядного представления. Например, при изучении алгоритма «Разделяй и властвуй» мнемокарта может включать центральный узел, представляющий название алгоритма, ветви, отражающие ключевые этапы его выполнения (разделение задачи, обработка частей, объединение), и листья, содержащие примеры применения (например,

сортировка слиянием). Такой подход способствует более глубокому пониманию логики выполнения алгоритма и упрощает процесс его запоминания.

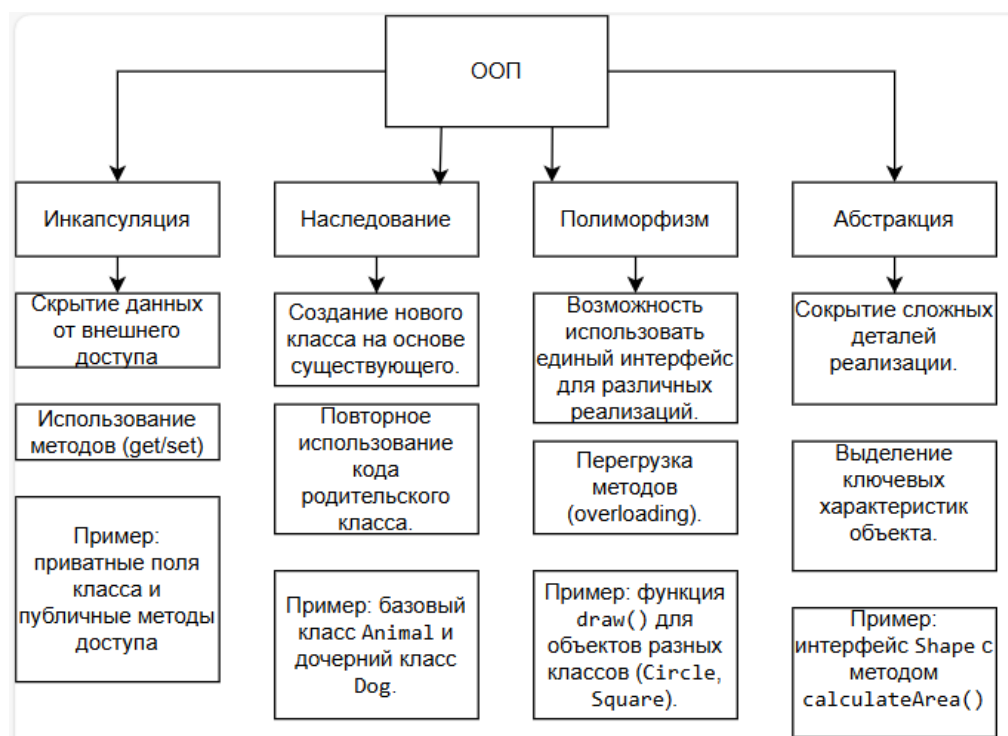
2. Для изучения характеристик различных языков программирования, таких как Python, Java, и C++, мнемодарты могут использоваться для визуализации основных параметров, включая синтаксис, скорость выполнения и область применения. Информация представляется в виде графических блоков, что позволяет быстрее усваивать отличия и особенности каждого языка, а также способствует более структурированному восприятию материала.

3. При изучении нормализации баз данных мнемодарты помогают систематизировать и визуализировать ключевые понятия. Центральный узел может обозначать термин «Нормализация», ветви – различные нормальные формы (1НФ, 2НФ, 3НФ), а листья – краткое описание каждой формы и примеры нарушений. Это облегчает понимание принципов нормализации и позволяет студентам избегать ошибок в проектировании баз данных.

4. В процессе изучения проектирования программных систем мнемодарты могут использоваться для отображения этапов разработки. Центральный узел обозначает процесс «Проектирование программного обеспечения», ветви отражают ключевые этапы, такие как анализ требований, проектирование архитектуры, кодирование, тестирование и внедрение, а на концах ветвей указываются методы и инструменты, применяемые на каждом этапе. Такой подход позволяет структурировать процесс проектирования, делая его более понятным и доступным для анализа.

5. Для освоения системы контроля версий Git мнемодарты используются для визуального представления основных команд. Центральный узел обозначает «Основные команды Git», ветви – категории команд (работа с репозиторием, ветвление, слияние), а листья – описание команд и примеры их применения (например, `git add`, `git merge`). Этот подход помогает студентам быстрее запомнить ключевые команды и основные принципы работы с системой контроля версий.

6. Мнемодарты являются эффективным инструментом для изучения основ объектно-ориентированного программирования (ООП), поскольку они позволяют визуализировать ключевые принципы и их взаимосвязи. Центральный узел мнемодарты обозначает «ООП», а ветви раскрывают основные концепции: инкапсуляцию, наследование, полиморфизм и абстракцию. Этот пример проиллюстрирован на рисунке.



Мнемокарта

Заключение

Применение мнемокарт как инструмента визуализации информации активизирует познавательную деятельность студентов, способствуют развитию логического мышления, повышению концентрации, продуктивности обучения и облегчают освоение сложных технических концепций. Это особенно важно в условиях стремительного развития информационных технологий и повышенных требований к подготовке специалистов. Интеграция мнемокарт в образовательный процесс позволяет эффективно развивать профессиональные навыки инженеров-программистов и формировать междисциплинарную базу знаний, необходимую для их успешной профессиональной деятельности.

Библиографические ссылки

1. Арсенова М.А. Деятельные технологии в формировании практико-ориентированных компетенций бакалавров в образовательной области «Образование и педагогические науки». Череповец. 2016.
2. Лапина Г.А. Использование мнемотехнических приёмов при изучении иностранного языка (на материале спецкурса): учебно-методическое пособие / Елец : ЕГУ им. Бунина. 2008. С.59.
3. Зиганов М.А. Мнемотехника. Запоминание на основе визуального мышления / Москва : Школа рационального чтения. 2000. С. 11.

ИНТЕГРАЦИЯ ИНТЕРАКТИВНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ В ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ НА ЯЗЫКЕ PYTHON В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ

К. М. Колос

*Московский городской педагогический университет, ГБОУ «Школа № 2097»
Москва, Россия, koloskm@mgpu.ru*

В статье рассматривается роль и возможности интерактивной визуализации данных в обучении программированию на уровне основного общего образования. Приводится обзор ключевых инструментов визуализации в языке Python. Отмечается значимость интеграции интерактивных методов в образовательный процесс для повышения эффективности обучения.

Ключевые слова: Интерактивная визуализация; программирование; обучение; алгоритмическое мышление; анализ данных; Python; образовательные технологии; графическое представление; цифровая грамотность; методы обучения; школьное образование.

INTEGRATING INTERACTIVE DATA VISUALIZATION INTO PYTHON PROGRAMMING TEACHING IN SECONDARY SCHOOL

K. M. Kolos

*Moscow City University, School N 2097, Moscow
Moscow, Russia, koloskm@mgpu.ru*

This article explores the role and potential of interactive data visualization in programming education at the basic general education level. It provides an overview of key visualization tools in Python. The significance of integrating interactive methods into the educational process to enhance learning efficiency is emphasized.

Keywords: Interactive visualization; programming; education; algorithmic thinking; data analysis; Python; educational technologies; graphical representation; digital literacy; teaching methods; school education.

Введение

Современное общество характеризуется активным развитием цифровых технологий, что требует соответствующих изменений в системе образования. Программирование, являясь частью цифровой грамотности, становится важным элементом подготовки школьников к жизни в условиях

цифровой трансформации. Его включение в образовательный процесс способствует развитию алгоритмического мышления, навыков структурирования информации и анализа данных.

Вопросы методики обучения программированию рассматриваются в отечественной и зарубежной литературе. Босова Л. Л. подчёркивает важность использования интерактивных технологий для повышения мотивации и лучшего усвоения сложных концепций [1]. Семакин И. Г. утверждает, что визуализация облегчает восприятие абстрактных структур, таких как алгоритмы и структуры данных [2].

Несмотря на включение программирования в школьные курсы, традиционные методы обучения не обеспечивают достаточную вовлечённость учащихся и ограничивают возможности освоения сложных алгоритмов. Особенно недостаточно внимания уделяется интерактивной визуализации данных, которая позволяет демонстрировать динамические процессы и улучшать понимание алгоритмических структур [3].

Проблема исследования заключается в отсутствии в школьном курсе систематического использования интерактивной визуализации данных, что ограничивает возможности учащихся в освоении сложных алгоритмических концепций.

Методология исследования

Цель исследования – определить роль интерактивной визуализации данных в обучении программированию и обосновать её значимость в образовательном процессе.

Задачи исследования:

- проанализировать теоретические основы визуализации данных и её роль в обучении программированию;
- исследовать существующие подходы к использованию визуализации данных в школьном курсе;
- рассмотреть инструменты для интерактивной визуализации в Python и их возможности;
- выявить преимущества и ограничения применения интерактивной визуализации в обучении школьников.

Теоретические основы

Визуализация играет важную роль в обучении программированию, где значительная часть материала представлена абстрактными концепциями. По мнению Хаджиевой З. Д., визуализация — это процесс создания

целостного представления информации в виде эскизов и диаграмм, который упрощает восприятие сложных структур [4].

Трухан И. А. определяет визуализацию данных как способ графического представления информации для повышения аналитической ценности и удобочитаемости [5]. Это позволяет представить многомерные данные в форме, удобной для анализа и интерпретации.

Гундина М. А. определяет интерактивную визуализацию как форму представления данных, где пользователь может взаимодействовать с системой и наблюдать изменения в реальном времени [6]. Этот формат повышает вовлечённость учащихся и облегчает понимание динамических процессов.

Python – один из наиболее популярных языков для обучения программированию. Он поддерживает широкий спектр библиотек, содержащих инструменты для визуализации данных [7]:

- Matplotlib – базовая библиотека для создания статических графиков и диаграмм;
- Seaborn – расширение Matplotlib для построения сложных статистических графиков;
- Plotly – инструмент для создания интерактивных визуализаций и 3D-графиков;
- Bokeh – библиотека для создания интерактивных визуализаций в веб-приложениях;
- NetworkX – инструмент для визуализации графов и анализа сетей;
- Pandas – библиотека для работы с табличными данными и их визуализации через DataFrame.

Эти инструменты доступны для установки через pip и поддерживаются на различных операционных системах, включая Linux (например, МЭШ ОС (М ОС)), установленный в московских школах.

Результаты и обсуждение

Анализ нормативных документов (ФГОС [8] и ПООП [9]) показывает, что они не содержат прямых требований к изучению интерактивной визуализации данных, хотя акцентируют внимание на методах представления информации и развитии алгоритмического мышления.

Для изучения реального состояния внедрения методов визуализации в школьную практику проведён анализ учебников по информатике, рекомендованных Федеральным перечнем учебников [10].

Анализ выявил, что темы, связанные с интерактивной визуализацией данных, либо отсутствуют, либо ограничены использованием табличных

процессоров. Даже в углубленных курсах упор делается на текстовые алгоритмы и базовые методы представления данных.

Интеграция интерактивных визуализаций в обучение программированию предоставляет следующие преимущества [11]:

- Улучшение понимания алгоритмических процессов через наглядное представление данных.
- Повышение мотивации за счёт взаимодействия с динамическими моделями.
- Развитие аналитического мышления и навыков работы с данными.

Заключение

Анализ нормативных документов и учебников по информатике из Федерального перечня показал, что современные программы обучения программированию в основной школе недостаточно охватывают темы, связанные с интерактивной визуализацией данных. Большинство учебников сосредоточено на базовых алгоритмах и структурах данных, при этом современные инструменты визуализации, доступные в языке Python, не рассматриваются и не изучаются.

Интеграция интерактивной визуализации данных в образовательный процесс способствует более глубокому пониманию абстрактных концепций, развитию алгоритмического мышления и повышению мотивации учащихся. Использование библиотек Python, таких как Matplotlib, Seaborn, Plotly и других, позволяет демонстрировать динамические изменения данных и анализировать сложные процессы в наглядной форме.

Перспективным направлением дальнейшего развития является включение в учебные программы методов интерактивной визуализации и использование современных инструментов Python для создания визуальных моделей. Это позволит не только улучшить усвоение сложных тем, но и подготовить учащихся к решению задач, актуальных в условиях цифрового общества.

Библиографические ссылки

1. Актуальные проблемы методики обучения информатике в современной школе : материалы Международной науч.-практ. интернет-конф., Москва, 24–26 апр. 2018 г. / под ред. Л. Л. Босовой, Н. К. Нателаури ; Моск. пед. гос. ун-т, каф. теории и методики обучения информатике. Москва : МПГУ, 2018. 222 с. Текст : электронный. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1020611> (дата обращения: 10.01.2025)

2. *Семакин И. Г.* Основы алгоритмизации и программирования. Практикум : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования. М. : Издательский центр «Академия», 2013. 144 с.

3. *Воронкова О. Б.* Информационные технологии в образовании : интерактивные методы. Ростов н/Д. : Феникс, 2014. 315 с.
4. *Хаджиева З. Д.* Визуализация на занятиях по математике // Высшее образование сегодня. 2020. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vizualizatsiya-na-zanyatiyah-po-matematike> (дата обращения: 12.03.2025)
5. *Трухан И. А., Трухан Д. А.* Визуализация учебной информации в обучении математике, ее значение и роль // Материалы V Междунар. студенч. науч. конф. «Студенческий научный форум». URL: <https://scienceforum.ru/2013/article/2013005985> (дата обращения: 12.03.2025)
6. *Гундина М. А.* Интерактивная визуализация задач комбинаторики в системе Wolfram Mathematica при управляемой самостоятельной работе студентов // Информатизация образования и методика электронного обучения : цифровые технологии в образовании : материалы V Междунар. науч. конф., Красноярск, 21–24 сент. 2021 г. В 2 ч. / под общ. ред. М. В. Носкова. Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2021. Ч. 1. С. 125–129
7. *Пылов П. А.* Программные библиотеки языка программирования Python для реализации алгоритмов визуализации данных // Инновации. Наука. Образование. 2020. № 23. С. 233–239
8. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования : приказ Мин-ва просвещения РФ от 31.05.2021 г. № 287. Текст : электронный // Информ.-правовой портал Гарант.ру. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401333920/> (дата обращения: 25.09.2024)
9. Примерная основная образовательная программа основного общего образования. Текст : электронный // Реестр примерных основных образовательных программ. URL: https://fgosreestr.ru/роор/пооп_ооо_06-02-2020 (дата обращения: 27.09.2024)
10. Об утверждении федерального перечня учебников, допущенных к использованию при реализации имеющих гос. аккредитацию образовательных программ нач. общего, осн. общего, сред. общего образования организациями, осуществляющими образовательную деятельность и установления предельного срока использования исключённых учебников : приказ Мин-ва просвещения РФ от 21 сент. 2022 г. № 858. Текст : электронный // Информ.-правовой портал Гарант.ру. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405490287/> (дата обращения: 12.12.2024)
11. *Хорошевич П. А.* Применение инструментов визуализации в процессе обучения студентов языку программирования Python // Информ.-коммуникац. технологии в пед. образовании. 2022. № 2(77). С. 124–128

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРЕЙМВОРКА FLUTTER

Р. О. Кохнович

*Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск,
roma3122001@gmail.com*

Статья посвящена разработке мобильных приложений с использованием фреймворка Flutter, который становится все более популярным благодаря своей кроссплатформенности и высокой производительности. В статье рассмотрены ключевые особенности Flutter, его архитектурные решения, такие как Bloc, а также преимущества и недостатки. Особое внимание уделено тестированию и отладке приложения, а также оценке его производительности на различных платформах.

Ключевые слова: мобильное приложение; кроссплатформенность; Flutter; Dart; Android; iOS; UI; Clean Architecture; Firebase; Bloc.

MOBILE APPLICATION DEVELOPMENT USING THE FLUTTER FRAMEWORK

R. O. Kokhnovich

Belarussian state university, Belarus, Minsk, roma3122001@gmail.com

The article focuses on the development of mobile applications using the Flutter framework, which is gaining popularity due to its cross-platform capabilities and high performance. The article discusses the key features of Flutter, its architectural solutions such as Bloc, as well as its advantages and disadvantages compared to other technologies. Special attention is paid to testing and debugging the application, as well as evaluating its performance on various platforms.

Keywords: mobile application; cross-platform; Flutter; Dart; Android; iOS; UI; Clean Architecture; Firebase; Bloc.

Введение

Разработка мобильных приложений является одной из наиболее динамично развивающихся областей программирования. С ростом популярности смартфонов и планшетов возрастает потребность в создании кроссплатформенных, высокопроизводительных и визуально привлекатель-

ных приложений. Одним из ключевых инструментов для решения этих задач является фреймворк Flutter, разработанный компанией Google. Актуальность исследования обусловлена необходимостью анализа возможностей Flutter для создания мобильных приложений, его преимуществ и недостатков в сравнении с другими технологиями.

Проблема разработки кроссплатформенных приложений заключается в необходимости поддержки нескольких платформ (iOS, Android, Web) с минимальными затратами времени и ресурсов. Традиционные подходы, такие как нативная разработка, требуют написания отдельных кодовых баз для каждой платформы, что увеличивает стоимость и время разработки. Flutter предлагает решение этой проблемы, предоставляя единую кодовую базу для всех платформ.

Краткий обзор литературы показывает, что Flutter активно изучается и применяется разработчиками. В работах [1, 2] рассматриваются основные концепции и архитектурные решения Flutter, а в [3, 4] анализируются его преимущества и недостатки.

Методология исследования

Цель исследования — раскрыть особенности разработки мобильных приложений с использованием фреймворка Flutter. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Провести анализ преимуществ и недостатков Flutter в сравнении с другими фреймворками.
2. Изучить архитектурные решения, предлагаемые Flutter.
3. Разработать и протестировать кроссплатформенное мобильное приложение с использованием Flutter.

В качестве методологии исследования использовались анализ научной литературы, практическая разработка приложения и тестирование его функциональности. Гипотеза исследования заключается в том, что Flutter позволяет создавать высокопроизводительные и визуально привлекательные приложения с минимальными затратами времени и ресурсов.

Основные теоретические основы исследования включают:

1. **Кроссплатформенность:** Возможность использования единой кодовой базы для iOS и Android [1].
2. **Архитектурные паттерны:** Bloc, Provider, Riverpod и другие инструменты для управления состоянием приложения [2, 7].
3. **Язык Dart:** Язык программирования, используемый в Flutter [3].
4. **Экосистема Flutter:** Включает в себя множество библиотек и инструментов, таких как Freezed для создания неизменяемых классов данных, GetIt для инъекции зависимостей и AutoRoute для навигации [1].

Заключение

В результате исследования было разработано кроссплатформенное мобильное приложение, включающее функционал авторизации пользователей, работы с товарами, оформления заказов и администрирования. Приложение было создано с использованием паттерна Clean Architecture и серверной платформы Firebase [5].

Основные этапы разработки включали:

1. **Проектирование архитектуры:** Использование Clean Architecture для разделения приложения на три слоя — Presentation (UI), Domain (бизнес-логика) и Data (работа с данными).

2. **Реализация функционала:** Разработка модулей авторизации, работы с товарами, корзиной и заказами.

3. **Интеграция с Firebase:** Использование Firebase для аутентификации и хранения данных.

4. **Тестирование:** Проведение модульных, интеграционных и функциональных тестов [6].

Основные преимущества Flutter, такие как высокая производительность, кроссплатформенность и горячая перезагрузка, были подтверждены в ходе разработки. Однако были выявлены и недостатки, включая ограниченную интеграцию с нативными компонентами и увеличенный размер приложения.

Результаты исследования показывают, что Flutter является мощным инструментом для разработки мобильных приложений, который позволяет создавать высококачественные приложения с минимальными затратами времени и ресурсов.

Библиографические ссылки

1. Официальный сайт с документацией Flutter [Электронный ресурс]. URL: <https://flutter.dev/> (дата обращения: 10.03.2025)
2. Тьяги П. Pragmatic Flutter: создание кроссплатформенных мобильных приложений для Android, iOS, WEB и Desktop. 1-е изд. CRC Press, 2021. 337 с.
3. Что такое Flutter? [Электронный ресурс]. URL: <https://aws.amazon.com/ru/what-is/flutter> (дата обращения: 10.03.2025)
4. Виндмилл Э. Flutter in Action. 1-е изд. Manning, 2019. 368 с.
5. Репозиторий с исходным кодом приложения [Электронный ресурс]. URL: https://github.com/LonelyMidoriya/food_app (дата обращения: 10.03.2025)
6. Flutter & Dart – The Complete Guide [2025 Edition] [Электронный ресурс]. URL: <https://www.udemy.com/share/1013o4/> (дата обращения: 10.03.2025)
7. Introduction to Flutter Development Using Dart [Электронный ресурс]. URL: <https://www.appbrewery.co/p/intro-to-flutter> (дата обращения: 10.03.2025)

О ТЕОРЕТИКО-ПРИКЛАДНЫХ АСПЕКТАХ ПРИМЕНЕНИЯ ИОТ-ТЕХНОЛОГИЙ

Н. С. Павловский¹⁾, Н. А. Живоглод²⁾

¹⁾Белорусский национальный технический университет, Беларусь, Минск,
nikitapavlovskiy2006@gmail.com

²⁾Белорусский национальный технический университет, Беларусь, Минск,
shoody2016@yandex.ru

Рассмотрена актуальность технологий Интернета вещей (IoT) в современных прикладных решениях, обусловленная их высокой востребованностью в различных областях и необходимостью дальнейшего развития подходов к их внедрению. Примеры применения IoT-систем и анализ их возможностей подчеркивают значимость этой технологии для создания эффективных решений в реальных условиях.

Ключевые слова: IoT-системы; технологии мониторинга; автоматизация процессов; управление данными.

ON THE THEORETICAL AND APPLIED ASPECTS OF THE USE IOT-TECHNOLOGIES

N. S. Pavlovskiy¹⁾, N. A. Zhivoglod²⁾

¹⁾Belarusian National Technical University, Belarus, Minsk,
nikitapavlovskiy2006@gmail.ru

²⁾Belarusian National Technical University, Belarus, Minsk, shoody2016@yandex.ru

The relevance of Internet of Things (IoT) technologies in modern applied solutions is examined, driven by their high demand across various fields and the need for further development of approaches to their implementation. Examples of IoT system applications and an analysis of their capabilities highlight the importance of this technology for creating effective solutions in real-world conditions.

Keywords: IoT systems; monitoring technologies; process automation; data management.

Введение

В условиях стремительного развития цифровых технологий системы Интернета вещей (IoT) становятся ключевым инструментом для решения прикладных задач. IoT объединяет физические устройства, датчики и программное обеспечение в единую сеть, позволяя собирать, обрабатывать и

передавать данные в реальном времени [3]. Это особенно важно для таких областей, как мониторинг окружающей среды, автоматизация процессов и управление данными, где точность и оперативность играют решающую роль. Технологии IoT открывают новые возможности для создания умных систем, адаптированных к реальным условиям.

Примеры применения технологий IoT-систем

- **Мониторинг температуры и влажности в сельском хозяйстве.** IoT-системы с датчиками температуры и влажности используются для контроля условий в теплицах. Устройства собирают данные о микроклимате, передают их на облачный сервер, а фермеры получают уведомления о необходимости полива или вентиляции, что повышает урожайность и снижает затраты.

- **Умные счетчики в энергетике.** В жилых домах и на предприятиях IoT-устройства в виде умных счетчиков электроэнергии отслеживают потребление в реальном времени. Данные передаются поставщикам услуг, что позволяет оптимизировать энергопотребление и автоматически выявлять утечки или неисправности.

- **Управление транспортными потоками в городах.** Сети IoT-датчиков, установленные на дорогах, собирают информацию о движении автомобилей и передают ее в системы управления трафиком. Это помогает регулировать светофоры, предупреждать о пробках и оптимизировать маршруты общественного транспорта [2].

- **Медицинский мониторинг.** Носимые IoT-устройства, такие как смарт-браслеты или датчики сердечного ритма, собирают данные о состоянии здоровья пациентов и передают их врачам в реальном времени. Это позволяет своевременно реагировать на изменения, например, при хронических заболеваниях [4].

- **Контроль качества воздуха в промышленности.** IoT-системы с датчиками газа и пыли устанавливаются на производственных объектах для мониторинга уровня загрязнения. При превышении допустимых норм система отправляет сигналы на управляющие устройства для активации вентиляции или остановки оборудования.

Эти примеры показывают, как IoT-системы решают задачи в различных отраслях, обеспечивая оперативность, точность и автоматизацию процессов [1].

Заключение

Технологии IoT-систем находят применение в задачах автоматического управления, мониторинга окружающей среды, оптимизации процессов и анализа данных. Их способность интегрировать устройства и обеспечивать оперативный обмен информацией делает IoT незаменимым инструментом в современных условиях. Перспективы развития этой технологии связаны с расширением ее применения в умных городах, промышленности и здравоохранении.

Библиографические ссылки

1. *Ли С., Сюй Л.Д., Чжао С.* (2015). Интернет вещей: обзор. Фронтиры информационных систем, 17(2), 243-259.
2. *Занелла А., Буи Н., Кастеллани А., Вангелиста Л., Зорзи М.* (2014). Интернет вещей для умных городов. Журнал Интернета вещей IEEE, 1(1), 22-32.
3. *Перера Ч., Заславский А., Кристен П., Георгакапулос Д.* (2014). Контекстно-ориентированные вычисления для Интернета вещей: обзор. Обзоры и учебные пособия IEEE по коммуникациям, 16(1), 414-454.
4. *Вермесан О., Фрисс П.* (2014). Интернет вещей: от исследований и инноваций к рыночному внедрению.

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ПРОИЗВОДНОЙ ПО НОРМАЛИ ДЛЯ СКАЛЯРНОГО ПОЛЯ НА ПОВЕРХНОСТИ, ЗАДАННОЙ ТРИАНГУЛЯЦИЕЙ

Г. С. Плисюк¹⁾, О. А. Лаврова²⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь, *mmf.plisyuk@bsu.by*

²⁾Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь, *lavrovaoa@bsu.by*

В работе рассмотрен численный алгоритм нахождения производной скалярного поля по направлению внешней нормали к поверхности, заданной триангуляцией, в точке поверхности. Разработана и представлена компьютерная реализация данного алгоритма, а также результаты его тестирования.

Ключевые слова: триангуляция поверхности; нормаль; скалярное поле; производная по направлению; линейная интерполяция.

ALGORITHM FOR COMPUTATION OF THE NORMAL DERIVATIVE FOR A SCALAR FIELD ON A SURFACE DEFINED BY TRIANGULATION

G. S. Plisiuk¹⁾, O. A. Lavrova²⁾

¹⁾Belarussian state university, Minsk, Belarus, *mmf.plisyuk@bsu.by*

²⁾Belarussian state university, Minsk, Belarus, *lavrovaoa@bsu.by*

The study considers a numerical algorithm for finding the derivative of a scalar field in the direction of the outer normal to a surface defined by triangulation at a point on the surface. A computer implementation of this algorithm is developed and presented, as well as the results of its testing.

Keywords: surface triangulation; normal; scalar field; directional derivative; linear interpolation.

Введение

В 60-х годах XX века с появлением стабильных магнитных жидкостей начала активно развиваться новая область научного знания – феррогидродинамика. С того момента учеными многих стран написано несколько тысяч работ о свойствах магнитных жидкостей, их движении, о взаимодействии магнитных жидкостей с магнитным и электрическим по-

лем, о применении магнитных жидкостей в технике, биологии и медицине. Также зарегистрировано множество авторских свидетельств и патентов об устройствах и приборах различного назначения с использованием магнитных жидкостей [1].

При практическом решении задач феррогидродинамики часто применяют компьютерное моделирование изучаемых процессов и явлений. Однако данный вид моделирования сопряжен с некоторыми особенностями: для целого ряда возникающих в ходе этого процесса задач найти их аналитическое решение не представляется возможным.

В частности, для описания движения и деформации магнитной жидкости при действии на нее магнитного поля необходимо вычислять значение магнитной силы на свободной поверхности этой жидкости. Для этого необходимо знать значение производной магнитного потенциала в направлении внешней нормали к поверхности жидкости в указанной точке этой поверхности.

Если с теоретической точки зрения подобная задача достаточно подробно изучена и решена, то на практике, зачастую, неизвестно ни точное аналитическое задание поверхности, ни аналитическое выражение магнитного потенциала – известны только их численные приближения.

Указанные выше обстоятельства позволяют говорить об актуальности разработки компьютерного алгоритма, который позволит производить численный расчет производной скалярного поля по направлению внешней нормали к заданной поверхности в точке этой поверхности.

Описание алгоритма

Постановка задачи. Исходными данными задачи являются произвольные поверхность, скалярное поле, а также точка, принадлежащая поверхности. Задача состоит в том, чтобы найти значение производной скалярного поля по направлению внешней нормали к заданной поверхности в указанной точке.

При этом поверхность задается приближенно своим дискретным представлением, которое состоит из множества плоских треугольных элементов, определенных своими вершинами, и описания соседства через ребра каждого треугольника. Подобное представление, называемое триангуляцией, усложняет задачу оценки единичного нормального вектора в точках поверхности, так как оно искажает исходную поверхность, что может значительно сказаться на результатах приближения.

В свою очередь, информация о скалярном поле представлена только его значениями в вершинах сетки триангуляции. Вследствие этого точное

значение производных недоступно и необходимо пользоваться их приближениями в интересующей точке, построенными на основе кусочно-линейной интерполяции скалярного поля на триангуляции поверхности. Точка поверхности, в которой необходимо посчитать производную, задается узлом треугольной сетки на поверхности.

Основные идеи алгоритма. С теоретической точки зрения производная скалярного поля по направлению нормали к поверхности в любой точке поверхности вычисляется согласно общей формуле [2, с. 268]:

$$\frac{\partial f}{\partial \vec{n}}(\vec{x}) = (\vec{n}(\vec{x}), \text{grad } f(\vec{x})), \quad (1)$$

где в правой части стоит скалярное произведение векторов нормали к поверхности $\vec{n}(\vec{x})$ и градиента скалярного поля $\text{grad } f(\vec{x})$ в точке поверхности $\vec{x}$.

Таким образом, общий алгоритм разбивается на два: алгоритм вычисления нормали к поверхности в точке поверхности и алгоритм вычисления градиента скалярного поля в этой же точке.

Аппроксимация нормали к поверхности в заданной вершине поверхности $\vec{n}(\vec{x})$ считается согласно алгоритму, который описан и реализован в соответствующей работе [3] и основывается на методике, описанной в статье [4].

Чтобы посчитать градиент в интересующей вершине, рассматриваются сначала все треугольники, которые разделяют нужную вершину. На каждом из этих треугольников строится линейная интерполяция исходного скалярного поля по значениям в вершинах треугольников в виде:

$$f(\vec{x}) = (\vec{g}, \vec{x}) + b, \quad (2)$$

где в правой части стоит сумма линейного сдвига b и скалярного произведения постоянного вектора-градиента $\vec{g}$ и радиус-вектора точки $\vec{x}$.

В результате этой процедуры имеем постоянный градиент $\vec{g}_{\Delta_i}$ для каждого треугольника Δ_i , одной из вершин которого является интересующая точка. Для получения приближения градиента скалярного поля в заданной вершине, строится взвешенная сумма полученных градиентов по одной из формул, представленных ниже:

$$\text{grad } f(\vec{x}) = \frac{\sum_i S(\Delta_i) \vec{g}_{\Delta_i}}{\sum_i S(\Delta_i)}, \quad (3)$$

$$\text{grad } f(\vec{x}) = \frac{\sum_i \|\vec{g}_{\Delta_i}\| \vec{g}_{\Delta_i}}{\sum_i \|\vec{g}_{\Delta_i}\|}, \quad (4)$$

где $S(\Delta_i)$ – площадь треугольника Δ_i , $\|\vec{g}_{\Delta_i}\|$ – норма вектора $\vec{g}_{\Delta_i}$, а суммирование производится по всем треугольникам Δ_i , содержащим заданную точку.

Итоговая производная скалярного поля по направлению внешней нормали к поверхности в заданной точке вычисляется по формуле (1).

Компьютерная реализация алгоритма. В качестве компьютерной среды для реализации вышеописанного алгоритма был выбран численный пакет MATLAB, так как он предоставляет функциональность, которая необходима при разработке компьютерной реализации алгоритма.

В частности, MATLAB предоставляет специальный тип данных *triangulation*. Этот тип данных используется для создания в памяти представления любых двумерных или трехмерных данных триангуляции в матричном формате [5].

Более того, к объектам, представленным с использованием типа данных *triangulation*, можно выполнять различные топологические и геометрические запросы.

Например, можно найти треугольники или тетраэдры, содержащие указанную вершину, треугольники или тетраэдры, которые имеют общее ребро, центры описанных вокруг них окружностей и другие свойства [5].

MATLAB также предоставляет функциональность по чтению файлов формата STL, одного из самых распространенных на данный момент для хранения 3D-геометрии [6].

Функция *stlread* позволяет путем чтения STL-файла создать объект типа *triangulation* с возможностью использовать всю доступную для него функциональность [5].

Заключение

По итогам данной работы разработан и реализован средствами MATLAB компьютерный алгоритм для расчета производной произвольной трехмерной скалярной функции, заданной своими значениями в вершинах сетки триангуляции, в направлении нормали к поверхности, заданной этой триангуляцией в указанной точке этой поверхности.

Также данный алгоритм был успешно протестирован на работоспособность и точность на тестовых задачах, для которых возможно указать аналитическое решение.

В дальнейшем для моделирования поведения шара из магнитной жидкости в магнитном поле разработанный алгоритм планируется использовать совместно с алгоритмом, описанным в работе [7], нахождения численного решения задачи феррогидростатики о расчете магнитного потенциала внутри магнитожидкостного шара и вне его.

Библиографические ссылки

1. Ryapolov, P.; Vasilyeva, A.; Kalyuzhnaya, D.; Churaev, A.; Sokolov, E.; Shel'deshova, E. Magnetic Fluids: The Interaction between the Microstructure, Macroscopic Properties, and Dynamics under Different Combinations of External Influences. *Nanomaterials* 2024, 14, 222.
2. Кудрявцев Л. Д. Курс математического анализа (в трех томах). Москва: Дрофа, 2004, т. II: 720 с.
3. Плюск Г. С. Аппроксимация нормали и кривизны для поверхности, заданной триангуляцией/ Курсовая работа, Минск: ММФ БГУ, 2024.
4. Koffi Bi, D.-A., 2021, Numerical characterization of curvatures and normal vectors at multiphase flows interfaces PhD thesis Université Gustave Eiffel.
5. MathWorks MATLAB Documentation [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mathworks.com/help/matlab/index.html> (дата доступа 27.03.2025).
6. The 10 Most Popular 3D File Formats [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://all3dp.com/2/most-common-3d-file-formats-model/> (дата доступа 27.03.2025).
7. Кацкель Е. Ф. Численное решение трехмерной задачи феррогидростатики/ Дипломная работа, Минск: ММФ БГУ, 2021.

ВАРИАНТЫ ОБУЧЕНИЯ СИСТЕМАМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАМКАХ КУРСА ИНФОРМАТИКИ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ

И. В. Левченко¹⁾, П. А. Меренкова ²⁾

¹⁾ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет»,
Россия, Москва, iv.levchenko@mpgu.su

²⁾ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет»,
Россия, Москва, KukhtinaPA@mgpu.ru

Рассмотрены аспекты вариативного обучения системам ИИ в рамках курса информатики основной школы в связи с недостаточным отражением соответствующего содержания в части информатики в нормативных документах. Представлены разные варианты обучения в области систем ИИ на уроках информатики основной общей школы и влияние такого обучения на уровень функциональной грамотности учащихся 6 классов.

Ключевые слова: системы искусственного интеллекта; информатика; основная школа; теория и методика обучения.

OPTIONS FOR TEACHING ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMS WITHIN THE COMPUTER SCIENCE COURSE OF BASIC SCHOOL

I. V. Levchenko¹⁾, P. A. Merenkova ²⁾

¹⁾*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Moscow State Pedagogical University”, Russia, Moscow, iv.levchenko@mpgu.su*

²⁾*State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Moscow City Pedagogical University”, Russia, Moscow, KukhtinaPA@mgpu.ru*

The aspects of variable training in AI systems within the informatics course of the basic school are considered in connection with the insufficient reflection of the relevant content in the part of informatics in regulatory documents. Different options for training in the field of AI systems in informatics lessons of the basic general school and the impact of such training on the level of functional literacy of 6th grade students are presented.

Keywords: artificial intelligence systems; computer science; basic school; theory and methods of teaching.

Введение

Современные условия жизни преобразуются стремительным внедрением систем искусственного интеллекта (ИИ) – от мобильных голосовых ассистентов до управления производственными и логистическими процессами. Такая тенденция влечет за собой необходимость освоения базовых знаний и умений в области ИИ каждым человеком, причем такую подготовку необходимо осуществлять уже на уровне школы.

Во многих странах мира (Китай, США, Израиль и др.) предпринимаются попытки модернизации школьного образования путем включения в содержание обучения элементов ИИ. В российской практике значимость изучения ИИ школьниками подчеркивается на государственном уровне. Обращается внимание на повышение качества естественно-научного и математического образования, включая информатику, а также качества обучения в области ИИ, создание условий для углубленной подготовки школьников по указанным направлениям [1].

В конце 2024 года были выпущены учебники «Искусственный интеллект» под редакцией Казаковой Е.И., Павлова А.А. для 5–6, 7–8 и 9 классов. Несмотря на варианты использования содержания учебников, предлагаемые авторами, первоначально они были составлены в соответствии с рабочей программой курса внеурочной деятельности «Искусственный интеллект», интеграция же элементов ИИ в обучение информатике отводится под самостоятельное планирование учителем [2].

Уточним, что 50 лет назад была предложена структура области информатики, в которую вошли системы ИИ как объект изучения, однако, соответствующее содержание до сих пор недостаточно отражено в федеральном государственном образовательном стандарте, как и в федеральных рабочих программах по информатике для 5–9 классов.

Обучению элементам ИИ на уровне общего образования, в том числе, в курсе информатики основной школы, посвящены работы Л.Л. Босовой, С.Г. Григорьева, М.П. Лапчика, И.В. Левченко, А.Р. Садыковой, Н.Н. Самылкиной, И.Г. Семакина, Л.Н. Ясницкого и др. Учитывая их, обратимся к теоретико-методологическим вопросам вариативного обучения системам ИИ на уроках информатики 5–9 классах.

Теоретико-методологические вопросы

Выделение разных уровней содержания в области систем ИИ позволяет планировать достижение следующих результатов:

– для *базового* уровня – формирование у учащихся системно-информационной картины мира; ответственной модели поведения при взаимодействии с информацией с учетом этико-моральных принципов; развитие функциональной грамотности (ФГ);

– для *углубленного* уровня – развитие знаний и умений базового уровня для предпрофильной подготовки, а также формирование навыка эффективного взаимодействия с системами ИИ в контексте профильной и предпрофессиональной подготовки.

Цель авторов статьи – предложить методику вариативного обучения системам ИИ в курсе информатики основной школы и выявить влияние такого обучения на уровень ФГ учащихся 6 классов. Выдвигаемая гипотеза предполагает повышение уровня ФГ учащихся 6 классов при реализации вариативного обучения системам ИИ в курсе информатики.

Теоретико-методологической основой исследования являются научные труды в области теории учебной деятельности; теории и методики обучения школьному курсу информатики; теории и методики обучения в области ИИ в системе общего образования.

Результаты

Разработанное авторами статьи вариативное обучение системам ИИ в курсе информатики основной школы [3] позволяет предложить различные образовательные траектории (рис. 1):

- обучение системам ИИ на базовом уровне в рамках школьной информатики 5–6 классов с перспективой перехода к содержанию углубленного уровня в области ИИ в курсе информатики 7–9 классов;
- обучение системам ИИ в рамках обязательного курса информатики 7–9 классов, ограничивающееся содержанием базового уровня;
- обучение системам ИИ в курсе информатики 7–9 классов на углубленном уровне с включением базового содержания.

Учебный предмет «Информатика» на уровне основного общего образования		Вариант III. Обучение системам ИИ: <i>углубленный</i> уровень		
		Вариант II. Обучение системам ИИ: <i>базовый</i> уровень		
Вариант I. Обучение системам ИИ: <i>базовый</i> уровень		Обучение системам ИИ: <i>углубленный</i> уровень		
5 класс	6 класс	7 класс	8 класс	9 класс

Рис. 1. Варианты обучения системам ИИ в курсе информатики основной школы

Отбор содержания обучения системам ИИ в курсе информатики основной школы для базового и углубленного уровней был осуществлен на основе идеи перехода к автоматизации интеллектуальной деятельности человека от интеллекта человека.

Представим в таблице соотношение тематических модулей базового и углубленного уровней [4–5].

Тематические модули содержания обучения системам ИИ в курсе информатики основной школы на базовом и углубленном уровнях

Базовый уровень (5–6 классы / 7–9 классы)	Углубленный уровень (7–9 классы)
ИИ, который нам помогает / Введение в ИИ	Введение в ИИ
Интеллект, который становится искусственным / Экспертные системы и нейронные сети	Нисходящее моделирование ИИ Восходящее моделирование ИИ
Интеллектуальные системы, которые распознают объекты / Распознавание объектов интеллектуальными системами	Машинное обучение интеллектуальных систем Распознавание образов интеллектуальными системами
Интеллектуальные системы, которые распознают речь / Распознавание естественного языка интеллектуальными системами	Обработка естественного языка интеллектуальными системами
Интеллектуальные системы, которые играют / Интеллектуальные компьютерные игры	Интеллектуальные игровые системы
Роботы, которые обучаются / Интеллектуальные робототехнические системы	Интеллектуальные робототехнические системы
Разработка программ на языке Python / Программирование на языке Python	Разработка интеллектуальных систем средствами языка Python

В качестве учебно-методического обеспечения обучения системам ИИ в рамках курса информатики основной школы предлагается использовать пособия И.В. Левченко, А.Р. Садыковой, Д.Б. Абушкина и др.: «Искусственный интеллект. 5–6 классы» – на базовом уровне и «Элективный курс «Основы искусственного интеллекта» – на углубленном уровне, а организовать различные варианты практической деятельности при обучении ИИ в основной школе можно, обратившись к одноименному пособию [5] и многообразию других средств обучения, от материалов Урока Цифры и Google Labs до сочетания ИИ с Arduino и создания интеллектуальных систем средствами языка программирования Python.

Ранее сформулированная гипотеза была верифицирована при вариативном обучении системам ИИ в рамках учебного предмета «Информатика» в двух шестых классах МОУ СОШ № 28 (г.о. Люберцы, МО). При формировании контрольной и экспериментальной групп и в итоге эксперимента диагностике подверглись представления учащихся об ИИ и уровень ФГ на основе заданий Московского центра качества образования.

Экспериментальной группе из 32 человек было предложено обучение системам ИИ на базовом уровне в рамках курса информатики (Вариант I) с возможностью выбора средств такого обучения. Контрольной группе из 32 шестиклассников был предложен курс по выбору на тему систем ИИ,

обособленный от уроков информатики. Средний балл, иллюстрирующий динамику уровня ФГ представлен на рис. 2.

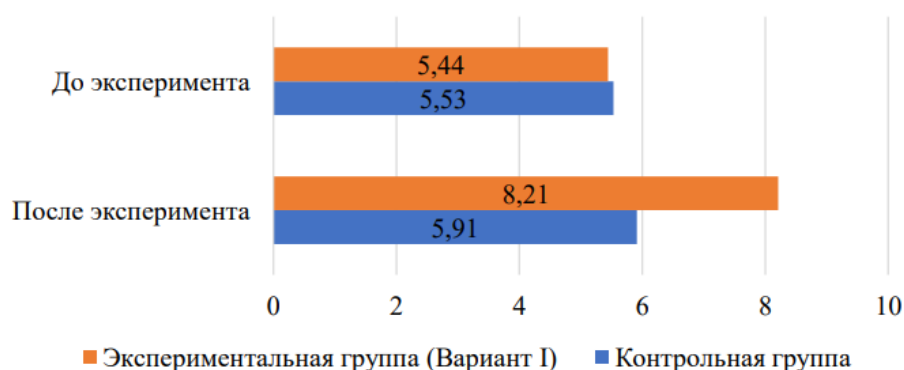


Рис. 2. Влияние вариативного обучения системам ИИ на уровень ФГ в 6 классе

Экспериментальная группа шестиклассников, обучающаяся системам ИИ в рамках уроков информатики и имеющая изначально чуть меньший средний балл, весомерно превзошла контрольную группу по среднему баллу выходной диагностики ФГ. Таким образом, получаем основание полагать, что уровень ФГ учащихся повысился за счет обучения системам ИИ в рамках учебного предмета «Информатика», в том числе, благодаря вариативности средств обучения

Библиографические ссылки

1. Указ Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 года № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (в редакции Указа Президента Российской Федерации от 15 февраля 2024 года № 124). [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731> (дата доступа 10.04.2025).
2. Павлов А.А. Искусственный Интеллект. 5–9 классы. Методическое пособие. М.: Просвещение, 2024, 61 с.
3. Левченко И.В., Меренкова П.А. Возможность вариативного обучения системам искусственного интеллекта в курсе информатики основной школы. Открытая наука 2024. Сборник статей III Всероссийской научной конференции с международным участием. М.: Интеллект-Центр, 2024. 282–286.
4. Левченко И.В., Меренкова П.А. Формирование содержательных модулей для обучения искусственному интеллекту в основной школе. Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2021; 18(3):227–237.
5. Левченко И.В., Садыкова А.Р., Абушкин Д.Б. и др. Организация практической деятельности при реализации различных вариантов обучения искусственному интеллекту в основной школе: учебно-методическое пособие. М.: МГПУ, 2024. 168 с.

**ОБ АКТУАЛЬНОСТИ РАЗВИТИЯ ПЛАТФОРМ
ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
С ВИДЕОКОНФЕРЕНЦ-СИСТЕМАМИ В УСЛОВИЯХ
СОВРЕМЕННОГО РЫНКА ТРУДА**

А. А. Логвиненко

*Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск,
arinalgvnk9@gmail.com*

Рассмотрена проблема недостатка инструментов для взаимодействия с видеоконференц-системами при организации дистанционных рабочих процессов, обусловленной высокой прикладной потребностью в связи с динамикой рынка и трендом к географически разрозненным командам. Иллюстрации актуальности применения, ограниченности существующих решений, необходимых аспектов для успешного внедрения на рынке выступают важными факторами для раскрытия темы.

Ключевые слова: видеоконференц-системы; автоматизация; интеграция; удаленная работа; рабочие процессы; управление встречами.

**ON THE RELEVANCE OF DEVELOPING PLATFORMS
FOR AUTOMATING INTERACTION WITH VIDEO
CONFERENCING SYSTEMS IN THE MODERN LABOR MARKET
CONDITIONS**

A.A. Logvinenko

Belarussian state university, Belarus, Minsk, arinalgvnk9@gmail.com

The problem of the lack of tools for interaction with videoconferencing systems in the organization of remote work processes, due to the high application need in connection with the current market dynamics and the trend towards geographically dispersed teams, is considered. Illustrations of the relevance of application, limitations of existing solutions, and the necessary aspects for successful market implementation are key factors in addressing the topic.

Keywords: videoconferencing systems; automation; integration; remote work; workflows; meeting management.

Введение

Современная динамика рынка и требования к организации рабочих процессов способствуют увеличению потребности в видеоконференц-системах (ВКС). Географически разрозненные команды используют ВКС как основное средство коммуникации для эффективного взаимодействия

между сотрудниками. Сотрудники и бизнес-партнеры могут находиться в разных частях мира, и ВКС предоставляют возможность проведения совещаний и обсуждения проектов без физического присутствия. Рост онлайн-образования и виртуальных тренингов также создает спрос на ВКС с возможностью проведения интерактивных уроков и вебинаров. Учебные заведения, тренеры и обучающие центры используют ВКС для обучения студентов и проведения семинаров, что обеспечивает гибкость и доступность образовательного процесса.

Однако на рынке отсутствует полноценная платформа, объединяющая функции записи конференций, их транскрибации, тематического разбиения, поиска по контексту, управления встречами и командного взаимодействия с записанными материалами.

Анализ платформ для взаимодействия с системами ВКС

Критерий	Otter.ai	Fireflies.ai	Gong	Chorus.ai
Транскрибация	+	+	+	+
Интеграция	Google Meet, Zoom, MC Teams	Google Meet, Zoom, Microsoft Teams, Webex, Hubspot, Slack, Trello, Asana, Salesforce	Zoom, Google Meet, Salesforce, HubSpot.	Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, Salesforce
Видеозапись	-	-	-	-
Аналитика и отчетность	-	-	+	+
Редактирование транскрипций	-	-	-	-
Поддержка множественных языков	+	+	+	-
Критерий	Otter.ai	Fireflies.ai	Gong	Chorus.ai
Приложение	+	+	-	-
Рекомендации по улучшению	-	-	+	+

Анализ существующих решений. Проведенный сравнительный анализ существующих платформ для автоматизации взаимодействий с ВКС выявил функциональные пробелы и возможности для совершенствования [1; 2]. Также, исследование платформ позволило подтвердить гипотезу недостатка необходимого инструмента, удовлетворяющего потребности пользователей. Результаты анализа представлены в таблице.

Выводы:

- Существующие решения предлагают ограниченный функционал, не охватывающий всех потребностей пользователей.
- Отсутствует единая платформа, объединяющая функции записи видеоконференций, их транскрибации, аналитики и управления.

Требования для успешного внедрения на рынок. Пользователи ищут платформы, позволяющие автоматизировать рутинные задачи, такие как запись встреч, создание транскрипций, анализ разговоров и назначение задач по итогам обсуждений. Особое внимание уделяется аналитике — востребованы функции, которые помогают извлекать полезные данные, например, анализ KPI сотрудников, контента переговоров или отслеживание выполнения задач. Также очевидна потребность в индивидуальном подходе: клиенты хотят персонализированные решения, адаптированные под их бизнес-процессы.

Необходимый функционал:

- Интеллектуальный поиск и фильтры: ускоряет доступ к информации с помощью ключевых слов, тем и говорящих.
- Пользовательский словарь: добавление отраслевых терминов для повышения точности транскрипций, что удобно для узкоспециализированных сфер.
- Редактирование транскрипций: массовые правки и шаблоны для упрощения обработки текста.
- ИИ-анализ: выделение ключевых моментов встреч для ускоренного анализа.
- Анализ настроений: определение эмоциональной окраски взаимодействий, полезно для HR, маркетинга и команд продаж.
- Параллельная запись встреч: возможность записывать несколько встреч одновременно, оптимально для крупных организаций.
- Интеграции с CRM: автоматизация обновления клиентских данных в системах, таких как Salesforce или HubSpot.
- Поддержка мультиязычности: увеличение числа поддерживаемых языков для международного охвата.
- Мобильное приложение: доступ к функционалу платформы с мобильных устройств.

- Создание видеоклипов: возможность быстро создавать обучающие материалы из записанных встреч.

Заключение

Популярность систем видеоконференцсвязи продолжает расти: по данным BusinessStat, в 2020-2024 гг. рынок программного обеспечения для видеоконференцсвязи в России вырос на 88% — с 13,2 до 24,9 млрд руб. [3]

Компании все больше стремятся к автоматизации процессов и повышению продуктивности. Несмотря на популярность этих систем, у них есть значительные недостатки, что говорит о наличии свободной ниши для новых или улучшенных продуктов. Целесообразность внедрения нового инструмента, объединяющего необходимые функции, оправдана.

Библиографические ссылки

1. 5 лучших альтернатив и конкурентов Otter.ai в 2025 году [Электронный ресурс]. URL: https://tldv.io/ru/blog/otter-ai-alternatives/#elementor-toc__heading-anchor-4 (дата доступа 10.03.2025).
2. Лучшие альтернативы Otter.ai [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bluedothq.com/blog/best-otter-ai-alternatives> (дата доступа 10.03.2025).
3. Альтернативы Otter.ai: обзор решений [Электронный ресурс]. URL: <https://marketing.rbc.ru/articles/15621/> (дата доступа 10.03.2025).

ОБ ОЦЕНКЕ ЭНТРОПИИ ДЛЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Г. С. Малыхин

*Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск,
mmf.malyhinGS@bsu.by*

Рассматривается подход к определению понятия и построению величины энтропии в приложении к временным рядам. Приводится описание энтропии Колмогорова-Синяя для динамических систем, рассуждения о значении показателя в теоретических и практических условиях. Предложена идея о потоке информации (энтропии) в контексте динамических процессов. Предложен алгоритм оценки мгновенного потока энтропии и приведены примеры оценивания.

Ключевые слова: энтропия; временной ряд; динамическая система; энтропия Колмогорова-Синяя.

ON THE ESTIMATION OF ENTROPY FOR TIME SERIES

H. S. Malykhin

Belarusian state university, Belarus, Minsk, mmf.malyhinGS@bsu.by

An approach to defining the concept and constructing the value of entropy in application to time series is considered. The Kolmogorov-Sinai entropy for dynamical systems is described, as well as arguments about the value of the indicator in theoretical and practical conditions. The idea of information (entropy) flow in the context of dynamic processes is proposed. An algorithm for estimating the instantaneous entropy flow is proposed and examples of estimation are given.

Keywords: entropy; time series; dynamical system; Kolmogorov-Sinai entropy.

Введение

Данные о динамике некоторых наблюдаемых показателей часто анализируются с использованием концепции временного ряда. Особое место эта концепция занимает в экономике. На протяжении десятилетий для прикладного анализа временных рядов в контексте экономики развивается специальный раздел прикладной математики – эконометрика. Зачастую она полагается на относительно простые параметризованные модели, про-

стейшие количественные оценки, перенятые из прикладной математической статистики, ограничивается использованием линейных или лог-линейных моделей.

Перспективным направлением, позволяющим ослабить зависимость от априорного задания вероятностных моделей, от параметризации, охватить нелинейные эффекты исследуемых явлений, является энтропийный (информационный) анализ. В рамках данной работы рассматривается подход к определению энтропии в контексте временного ряда в контексте теории динамических систем, а также возможности оценки ее по имеющейся реализации временного ряда.

Энтропии Колмогорова-Синяя

В энтропийном анализе случайные процессы отождествляют с динамическими системами, и для оценки энтропии данных используют динамические модели. Для построения понятия энтропии для временного ряда полагается, что рассматриваемый временной ряд порожден некоторой динамической системой.

Рассмотрим динамическую систему в метрическом определении $(T, (X, \mathcal{F}, \mu), \Phi)$, где T – "временное измерение" системы, $(X, \mathcal{F}, \mu)$ – вероятностное пространство с сигма-алгеброй $\mathcal{F}$ над множеством состояний X и вероятностной мерой μ над измеримым пространством $(X, \mathcal{F})$, $\Phi: T \times X \rightarrow X$ – оператор эволюции. [1] Будем считать, что $T = \mathbb{N}_0$.

Одной из оценок энтропии динамической системы служит энтропия Колмогорова-Синяя (КС-энтропия, measure-theoretic entropy). Она основана на известной формуле Шеннона количества информации и учитывает принципиально важную информацию об эволюции состояния системы. КС-энтропия определяется выражением:

$$h_{\mu}(\Phi) = \sup_{\mathcal{Q}} \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} H_{\mu} \left(\bigvee_{t=0}^N \Phi^{-t} \mathcal{Q} \right) \quad (1)$$

[2], где $\mathcal{Q}$ – множество всех конечных разбиений

$$\mathcal{Q} = \{Q_i \mid i = \overline{1, n}\}$$

N – продолжительность эволюции,

$$\Phi^{-t}Q = \{\Phi^{-t}q \mid q \in Q\}, Q \vee R = \{q \cap r \mid q \in Q, r \in R\},$$

а количество информации оценивается по формуле Шеннона по элементам множества как

$$H_{\mu}(Q) = - \sum_{q \in Q} \mu(q) \log \mu(q).$$

Основание логарифма намеренно опущено с целью отражения вывода Шеннона о составлении выражения с точностью до множителя.

Величина КС-энтропии, по сути, оценивает асимптотический прирост информации о системе в единицу времени. При ограниченности времени наблюдения ($N < \infty$) – в прикладных условиях – оно может рассматриваться как оценка среднего за время эволюции количества информации в единицу времени.

Учитывая это, а также саму динамическую природу исследуемых объектов, напрашивается идея о том, чтобы в контексте динамических систем (случайных процессов, временных рядов) говорить не о количестве информации (величине энтропии), но о величине ее потока. Так, каждый отсчет времени, каждое новое измерение состояния привносит в систему некоторое количество новой информации.

Оценка мгновенного потока энтропии

Многие подходы к оценке энтропии имеют общую предпосылку: они полагаются на следствия эргодической гипотезы. На практике многие важные объекты исследования не удовлетворяют ей. Полезным было бы иметь представление о мгновенных значениях потока информации (энтропии) в некотором приближении о текущем состоянии системы.

Для такой оценки предлагается следующий подход. Пусть имеется реализация временного ряда $\{x_t\}_{t=0}^{N-1}$ длины N . Установим единые нижнюю и верхнюю границы значений l, u , сетку $\{\Delta_b\}_{b=1}^B$ и размерность вложения m для последующих оценок. Произведем оценки для некоторого момента t . Для соответствующего элемента вложения реализации $z_t^m = \{x_{\tau}\}_{\tau=t-m-1}^t$ построим эмпирическое распределение $\{p_b\}_{b=1}^B$. Для оценки притока количества информации (энтропии) в новом измерении в предположении дискретного набора значений реализации обратимся к классической формуле Шеннона:

$$\hat{h}_t(m, a, b) = - \sum_{b=1}^B p_b \log(p_b) \quad (2)$$

в случае достаточно плотного набора значений, близкого к непрерывному, используем приближение дифференциальной энтропии:

$$\hat{h}_t(m, a, b) = - \sum_{b=1}^B p_b \|\Delta_b\| \log(p_b) \quad (3)$$

Так продолжим оценивание для всех интересующих моментов времени.

Рассмотрим далее примеры применения предложенного алгоритма. В расчетах использовалось основание логарифма e , сетка равномерная из $B=20$ элементов.

Дискретный: $\xi_t \sim Be(p)$ (процесс Бернулли). Каждое измерение теоретически несет в себе количество информации (энтропии) $h = -p \log p - (1-p) \log(1-p)$. Длина реализации $N=300$, размерность вложения $m=50$. Можно заметить, как в эксперименте с $p=0.75$ показатель $\hat{h}_t$ отреагировал на ”застывание“ ряда на значении 1 в диапазоне $t \in (200; 225)$ снижением вдвое. Минимум был достигнут в точке, когда в соответствующем расчетном элементе вложения значение 1 было наиболее преобладающим по сравнению с другими моментами времени, что соответствует минимуму энтропии.

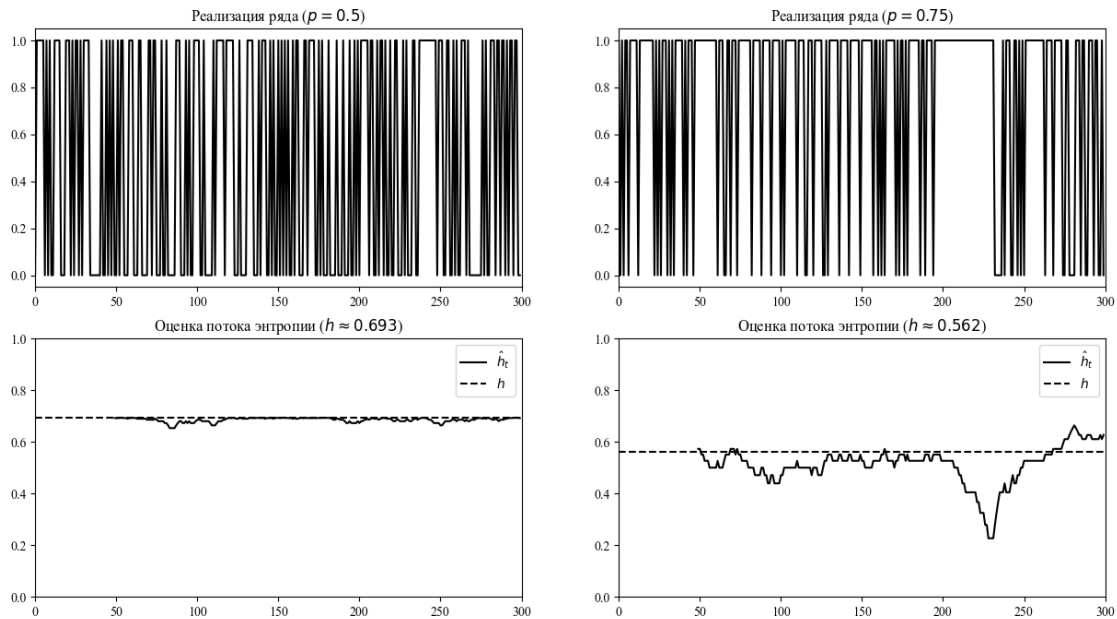


Рис. 1. Пример ряда с дискретным набором значений

Непрерывный: $\xi_t \sim (1-w) \mathcal{N}(0,1) + w \mathcal{N}(3,1)$, $w \in \{0;1\}$ (смесь нормальных). Каждое измерение теоретически несет в себе количество информации (энтропии) $h = 0.5 \log(2\pi e)$. Длина реализации $N = 1000$, размерность вложения $m = 75$. Можно заметить, как в эксперименте с переходами показатель $\hat{h}_t$ отреагировал на переходы между кластерами в моменты $t \in \{250; 500; 750\}$. Локальные максимумы соответствовали моментам, когда соответствующие расчетные элементы вложения поровну делились между кластерами.

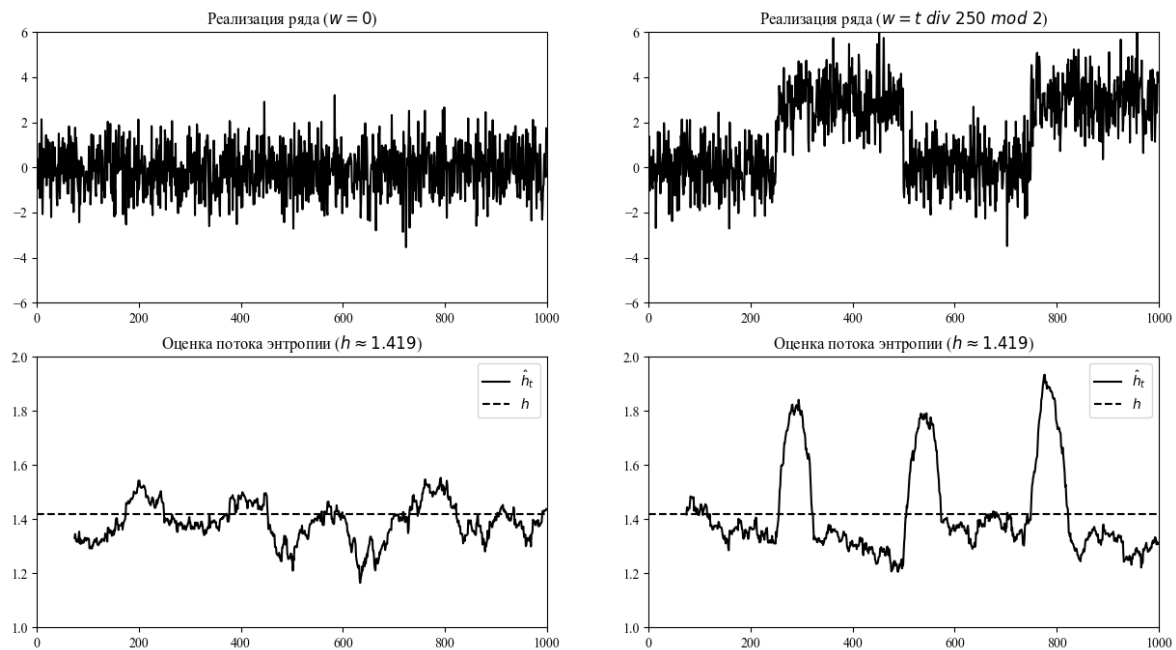


Рис. 2. Пример ряда с непрерывным набором значений

Заключение

По результатам оценок видно, что построенные показатели достаточно близки к теоретическим значениям, если эмпирические распределения близки к теоретическим и достаточно стабильны. Однако при этом они могут быть чувствительны к мгновенным отклонениям от согласованности или структурным изменениям. Уровень этой чувствительности можно регулировать посредством настройки размерности вложения: с уменьшением ее показатель будет реагировать оперативнее и с большей амплитудой; с увеличением – показателю потребуется более значительное и устойчивое отклонение для отражения.

Предложенный алгоритм может использоваться как инструмент энтропийного анализа временных рядов. Его можно применять, например,

для проверки гипотез согласия, поиска нелинейных связей или детекции структурных сдвигов в исследуемых показателях.

Библиографические ссылки

1. Dynamical system [Electronic resource] // Wikipedia. Mode of access: https://en.wikipedia.org/wiki/Dynamical_system (date of access: 27.03.2025).
2. Measure-preserving dynamical system [Electronic resource] // Wikipedia. Mode of access: https://en.wikipedia.org/wiki/Measure-preserving_dynamical_system. (date of access: 27.03.2025).

СПРАВЕДЛИВЫЙ ДЕЛЕЖ В КООПЕРАТИВНЫХ ИГРАХ

Н. Н. Охотницкий

*Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск,
okhotnitskiy.nikolai@gmail.com*

Рассмотрена проблема справедливого или честного дележа выигрыша между членами коалиций в кооперативных играх. Проанализирована аксиоматика и понятие вектора Шепли, изучены способы его нахождения и применения на практике. Поиск оптимального способа действительно справедливого дележа выигрыша/выручки в современном мире является актуальной проблемой. И вектор Шепли является одной из математических концепций решения данной задачи.

Ключевые слова: кооперативная игра; коалиции; дележи; ядро кооперативной игры; супермодулярные игры; вектор Шепли; аксиоматика вектора Шепли; ликвидация партнерства; мажоритарные игры; индекс влияния.

FAIR DIVISION IN COOPERATIVE GAMES

N. N. Okhotnitskiy

Belarussian state university, Belarus, Minsk, okhotnitskiy.nikolai@gmail.com

The problem of fair or equitable division of winnings between members of coalitions in cooperative games is considered. The axiomatics and the concept of the Shapley vector are analyzed, the ways of its finding and application in practice are studied. Finding the optimal way to truly fairly divide winnings/proceeds in the modern world is an urgent problem. And the Shapley vector is one of the mathematical concepts for solving this problem.

Keywords: cooperative game; coalitions; divisions; the core of a cooperative game; supermodular games; Shapley vector; Shapley vector axiomatics; partnership liquidation; majority games; influence index.

Введение

"Игра" – слово, которое по-разному воспринимается как обычным человеком, так и специалистом по теории игр, однако разные толкования имеют общую основу: в игре есть участники – игроки, которые должны взаимодействовать друг с другом или принимать решения. В результате их действий и, возможно, из-за стечения обстоятельств (случая игры) получается конкретный исход – проигрыш или вознаграждение для каждого

из игроков. Понятие "игрок" не обязательно относится к индивиду. В качестве игрока может быть команда, корпорация, государство или иное объединение, удобное в рамках той или иной игры. Лучше говорить о группе лиц с совпадающими интересами, имеющих возможность принимать совместные решения, как об одном игроке [1].

В работе был рассмотрен один из классов игр, который называется кооперативные игры. Это игры, в которых разрешается перераспределение денег между участниками, а правила игры позволяют заключать обязывающие соглашения, то есть такие соглашения, которые будут выполняться. Также рассмотрена концепция решения, называемая вектором Шепли, которую можно использовать в качестве рекомендуемого экспертом или посредником способа распределения денег. Вектор Шепли имеет несколько интерпретаций, которые также были освещены в работе.

Определение вектора Шепли, его аксиоматика и альтернативные интерпретации

Для справедливого дележа в кооперативных играх используется решение, которое будет существовать независимо от того, ядро игры является пустым, или нет. Данный способ был представлен Лоидом Шепли, за который тот в 2012 году получил нобелевскую премию.

Суть Метода заключается в нахождении Вектора Шепли, который также можно назвать дележом Шепли, так как каждая его координата – это выигрыш соответствующего игрока.

Вектор Шепли равен среднему предельному вкладу игроков, рассчитанному на основании всех возможных порядков.

Было установлено, что в супермодулярных играх ядро не пусто и вектор Шепли лежит в ядре. Соответственно, для таких игр концепция ядра и вектора Шепли согласованы. Поэтому, вектор Шепли можно предложить в соответствующей игре в качестве «справедливого» дележа, и ни одна из коалиций его не заблокирует.

Аксиоматика вектора Шепли утверждает, что:

- Общая сумма выигрыша распределяется между всеми игроками коалиции;
- Симметричные игроки получают одинаковые выигрыши;
- Выигрыш «болвана» равен нулю;
- При разбиении исходной игры на суммы разных игр, распределение выигрышей между участниками исходной игры должно быть равно сумме распределенных выигрышей, полученных в исходных играх [2].

Компоненты Вектора Шепли находится по формуле:

$$\phi_i(V) = \sum_{S \subseteq N, i \in S} \frac{(|S| - 1)!(N - |S|)!}{N!} [V(S) - V(S \setminus \{i\})]$$

где V – характеристическая функция исходной кооперативной игры, S – коалиция, N – общее множество игроков.

Вектор Шепли как способ «честного» дележа может применяться при ликвидации партнерства. Дополнительно, Вектор Шепли можно использовать в качестве определения индекса влияния во взвешенной мажоритарной игре [3].

Заключение

Вектор Шепли – мощный инструмент справедливого дележа выигрыша в кооперативной игре. В работе доказано существование и единственность такого вектора, приведена формула и алгоритмы, с помощью которых его можно вычислить. Проанализирована связь вектора Шепли с ядром игры. Проанализирован ряд его альтернативных определений и на этой базе разобраны примеры подсчета вектора Шепли и его приложения.

Библиографические ссылки

1. Колесник Г.В. Теория игр. Изд.2-е, испр. и доп. М.:Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. 152с.
2. Myerson R.B. Game Theory: Analysis of Conflict. London: Harvard Univ. Press, 1991.
3. Гура, Эйн-Я, Машлер, Майкл. Экскурс в теорию игр: нетипичные математические сюжеты / М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2017. 320 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ АТТРИБУТОВ ЛИЦА

Р. М. Черепенников

*Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск,
charapennikaurm@gmail.com*

В статье исследуется использование диффузионных моделей для создания синтетических наборов данных для распознавания факторных признаков с акцентом на прогнозирование возраста, пола и этнической принадлежности. Мы сравниваем модели, обученные на реальных данных, синтетических данных и их комбинации. Мы демонстрируем, что предварительное обучение на синтетических данных с последующей точной настройкой на реальных образцах превосходит модели, обученные исключительно на реальных данных. Наши результаты подчеркивают потенциал синтетических данных для повышения производительности нейронных сетей в задачах регрессии и классификации.

Ключевые слова: нейронные сети; компьютерное зрение; синтетические данные; диффузионные модели.

USING SYNTHETIC DATA FOR FACE ATTRIBUTES RECOGNITION

R. M. Charapennikau

Belarusian State University, Belarus, Minsk, charapennikaurm@gmail.com

The paper explores the usage of diffusion models to create synthetic datasets for facial attribute recognition, focusing on age, gender and ethnicity prediction. We compare models trained on real-world data, synthetic data, and a combination of both. We demonstrate that pretraining on synthetic data followed by fine-tuning on real samples outperforms models trained solely on real-world data. Our results highlight the potential of synthetic data to enhance neural network performance in regression and classification tasks.

Keywords: neural networks; computer vision; synthetic data; diffusion models.

Introduction

In recent years, a wide variety of datasets have been developed for computer vision tasks, supporting advances in object detection, image classification, and many other tasks. While many of these datasets are accessible for educational and scientific research, their use in commercial applications is often restricted. Moreover, publicly available datasets frequently suffer from

limitations, including insufficient size, class imbalance, and inconsistent labeling quality, which can hamper model performance and generalization.

At the same time, diffusion models and generative adversarial networks (GANs) have achieved remarkable success in generating high-quality synthetic images [1-4] and videos [5;6] that closely resemble real-world data. These generative models open the possibility of creating balanced, customizable synthetic datasets that can potentially complement or substitute real-world data in training deep learning models for various tasks.

In this work, we explore the feasibility of using synthetic data generated by text-to-image diffusion models to train neural networks for face attribute recognition, specifically targeting age, gender, and ethnicity classification. We compare the performance of models trained solely on synthetic data, on real-world data, and models trained using combinations of both. Our goal is to determine whether synthetic data can mitigate common dataset issues such as imbalance and limited diversity while improving model performance.

The implementation is publicly available at <https://github.com/charapennikaurm/synth-far>.

Dataset



Fig. 1. Selected samples from generated dataset

To construct the dataset, we employ the Humans fine-tuned version of Stable Diffusion 1.5 [7; 1]. To ensure that the generated facial images are properly framed, we employ the OpenPose ControlNet model [8], which aligns poses using 24 predefined pose templates.

The dataset generation process follows a structured prompt-based approach. The base prompt template is formulated as follows: *close-up photorealistic, raw photo, amateur photo, face, beautiful (\$age\$ y.o)*

(\$gender\$) (from \$country\$) named \$name\$, \$hair_length\$ \$hair_style\$ \$hair_color\$ hair, \$suffix\$.

All placeholders marked with \$ are substituted with randomly selected attributes corresponding to target labels for classification and regression tasks.

To mitigate artifacts and ensure high image quality, we apply a negative prompt explicitly discouraging undesirable characteristics, such as anatomical distortions, artificial rendering effects, and other visual artifacts.

We use following negative prompt, provided by Humans model author: *(hands), (3d, render, cgi, doll, painting, fake, 3d modeling:1.4), (worst quality, low quality:1.4), monochrome, child, deformed, malformed, deformed face, bad teeth, bad hands, bad fingers, bad eyes, long body, blurry, duplicated, cloned, duplicate body parts, disfigured, extra limbs, fused fingers, extra fingers, twisted, distorted, malformed hands, mutated hands and fingers, conjoined, missing limbs, bad anatomy, bad proportions, logo, watermark, text, copyright, signature, lowres, mutated, mutilated, artifacts, gross, ugly, malformed genital.*

For image sampling, we utilize the Diffusers library [9] with the following hyperparameters, all of which were selected empirically based to ensure image quality and diversity: Guidance scale – 7.5; Number of diffusion steps – 15; ControlNet conditioning scale – 0.8; Scheduler – DPMSolverMultistepScheduler.

On Figure 1 we present selected samples from the generated dataset.

We compare demographic attribute distributions (age, gender, and ethnicity) in our dataset with two existing datasets: UTKFace [10] and FairFace [11]. Figure 2 illustrates these distributions, showing that our dataset provides a more balanced representation of demographic attributes compared to traditional datasets. This balance is crucial for mitigating biases in downstream facial attribute recognition tasks.

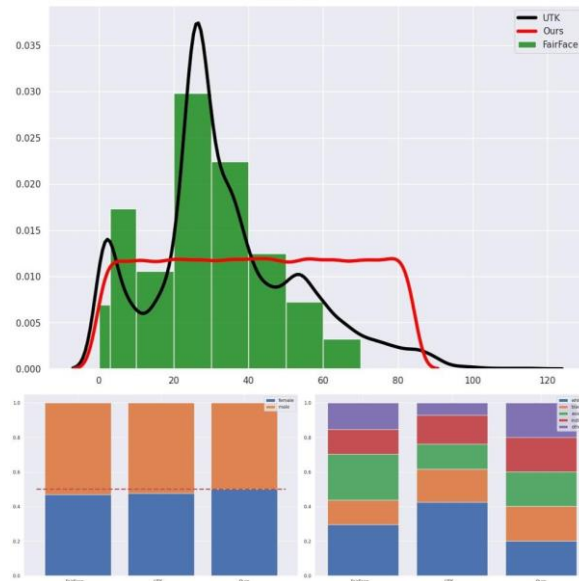


Fig.2. Distributions of Age, Gender and Ethnicity attributes across different datasets

Neural Network Architecture

Our network architecture follows a multi-task learning paradigm, leveraging a shared image encoder to extract visual features, which are subsequently processed by three independent classification or regression (depending on task) heads to predict age, gender, and ethnicity.

The model consists of the following key components:

- **Image Encoder:** A convolutional or visual transformer backbone (in particular, we use ResNet-50 [12]), is employed as a feature extractor. This encoder processes input facial images and generates a high-dimensional feature representation.

- **Task-Specific Prediction Heads:** The extracted features are fed into three separate branches, each responsible for predicting a distinct facial attribute. The Age Head is designed to estimate the subject’s age, which can be formulated as either a regression (for UTKFace and Ours datasets) or classification (for FairFace dataset) problem. The Gender Head performs binary classification to distinguish between male and female subjects. The Ethnicity Head predicts the subject’s ethnicity as a multi-class classification task. Each prediction head is a fully connected layer that transform the shared feature representations into task-specific outputs.

The model is trained using a weighted combination of loss functions corresponding to each prediction task, facilitating joint optimization across multiple facial attributes.

Experimental Results

To ensure a fair comparison between different training strategies, we employ a consistent training protocol across all models. Specifically:

- **Optimizer:** AdamW
- **Computational Budget:** Maximum of 100,000 optimization steps for all models
- **Data Augmentations:** Identical augmentations applied across all models
- For models fine-tuned on rea-world data, we use 50,000 pretraining steps on synthetic data and up to 50,000 fine-tuning steps on real-world data

Further details on training parameters, including hyperparameter choices and augmentation strategies, can be found in the provided code repository.

Our experimental results are presented in the Table, name of model represents the dataset it was trained on, For SynthFAR- $\langle X \rangle$ - $\langle \text{dataset} \rangle$: $\langle X \rangle$

denotes percentage of <dataset> used. The best result is highlighted in **bold**, while the second-best result is highlighted in *italic*.

Experimental Results

Model	UTK-Face			FairFace		
	Age MAE	Ethnicity Accuracy	Gender Accuracy	Age Accuracy	Ethnicity Accuracy	Gender Accuracy
(a) SynthFAR	10.27	0.58	0.76	0.33	0.47	0.77
(b) UTK	5.33	0.8	<i>0.9</i>	0.28	0.29	0.71
(c) FairFace	-			0.71		
(d) SynthFAR-25FairFace	-	0.63	<i>0.9</i>	<i>0.57</i>	0.79	0.95
(e) SynthFAR-50FairFace	-	0.7	0.86	0.51	0.71	0.91
(f) SynthFAR-50UTK	<i>5.9</i>	<i>0.77</i>	0.89	0.56	<i>0.78</i>	<i>0.94</i>
(g) SynthFAR-75FairFace	-	0.71	0.89	0.37	0.5	0.8

1) The model trained exclusively on synthetic data (a) demonstrates significantly inferior performance across all metrics. In particular, it exhibits a high age MAE (10.27) and lower accuracy in both ethnicity and gender classification compared to models trained solely on real data. These results indicate that, while synthetic data provides a useful pre-training signal, they are insufficient for achieving competitive performance without additional adaptation to real-world samples.

2) Models pre-trained on synthetic data and subsequently fine-tuned on varying proportions of real-world data (d, e, f, g) exhibit substantial performance improvements over the synthetic-only model. Even with as little as 25% of real data for (d) and 50% for (e, f), the model surpasses the synthetic-only approach across all metrics and begins to approach the performance of real word data only baselines (b, c).

3) Increasing the proportion of real-world data for fine-tuning to 75% of FairFace for (g) results in further performance gains, ultimately leading to model that match or exceed the accuracy of real-world-data-only models.

Notably, (g) outperforms (c), despite being trained on only 75% of the available real-world dataset.

References

1. Rombach R., Blattmann A., Lorenz D., Esser P., Ommer B. High-Resolution Image Synthesis with Latent Diffusion Models // arXiv preprint, 2021. URL: <https://arxiv.org/abs/2112.10752> (date of access: 10.04.2025).
2. Podell D., English Z., Lacey K., Blattmann A., Dockhorn T., Müller J., Penna J., Rombach R. SDXL: Improving Latent Diffusion Models for High-Resolution Image Synthesis // arXiv preprint, 2023. URL: <https://arxiv.org/abs/2307.01952> (date of access: 10.04.2025).
3. Karras T., Laine S., Aittala M., Hellsten J., Lehtinen J., Aila T. Analyzing and Improving the Image Quality of StyleGAN // arXiv preprint, 2019. URL: <https://arxiv.org/abs/1912.04958> (date of access: 10.04.2025).
4. Karras T., Aittala M., Laine S., Härkönen E., Hellsten J., Lehtinen J., Aila T. Alias-Free Generative Adversarial Networks // arXiv preprint, 2021. URL: <https://arxiv.org/abs/2106.12423> (date of access: 10.04.2025).
5. OpenAI. Video generation models as world simulators // OpenAI Research, 2024. URL: <https://openai.com/index/video-generation-models-as-world-simulators/> (date of access: 10.04.2025).
6. The Movie Gen team @ Meta. Movie Gen: A Cast of Media Foundation Models // Meta AI Research, 2024. URL: <https://ai.meta.com/static-resource/movie-gen-research-paper> (date of access: 10.04.2025).
7. Humans (Reloaded) // CivitAI, 2024. URL: <https://civitai.com/models/542430/humans-reloaded> (date of access: 10.04.2025).
8. Zhang L., Rao A., Agrawala M. Adding Conditional Control to Text-to-Image Diffusion Models // arXiv preprint, 2023. URL: <https://arxiv.org/abs/2302.05543> (date of access: 10.04.2025).
9. Von Platen P., Patil S., Lozhkov A., Cuenca P., Lambert N., Rasul K., Davaadorj M., Nair D., Paul S., Berman W., Xu Y., Liu S., Wolf T. Diffusers: State-of-the-art diffusion models // GitHub, 2022. URL: <https://github.com/huggingface/diffusers> (date of access: 10.04.2025).
10. Zhang Z., Song Y., Qi H. Age progression/regression by conditional adversarial autoencoder // arXiv preprint, 2017. URL: <https://arxiv.org/abs/1702.08423> (date of access: 10.04.2025).
11. Karkkainen K., Joo J. FairFace: Face Attribute Dataset for Balanced Race, Gender, and Age // arXiv preprint, 2019. URL: <https://arxiv.org/abs/1908.04913> (date of access: 10.04.2025).
12. He K., Zhang X., Ren S., Sun J. Deep Residual Learning for Image Recognition // arXiv preprint, 2015. URL: <https://arxiv.org/abs/1512.03385> (date of access: 10.04.2025).

ГЕНЕРАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОДЕЖДЫ ПРИ ПОМОЩИ МОДЕЛИ KANDINSKY

А. О. Яблонская¹⁾, А. Э. Малевич²⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск,
anna.yablonskaya2002@gmail.com

²⁾Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск, malevich@bsu.by

В данной статье рассматривается разработка генеративной модели для создания изображений одежды. В качестве модели выбрана предобученная модель Kandinsky. Представлена общая информация об используемой модели, а также результаты её обучения для поставленной задачи.

Ключевые слова: генерация изображений; генеративные модели; модель Kandinsky; архитектура модели; обучение модели; гиперпараметры.

GENERATION OF CLOTHING IMAGES USING THE KANDINSKY MODEL

A. O. Yablonskaya¹⁾, A. E. Malevich²⁾

¹⁾Belarussian state university, Belarus, Minsk, anna.yablonskaya2002@gmail.com

²⁾Belarussian state university, Belarus, Minsk, malevich@bsu.by

This article discusses the development of a generative model for creating clothing images. Kandinsky model is chosen as a pretrained model. The article contains general information about the model and the result of its training for the task.

Keywords: image generation; generative models; Kandinsky model; model architecture; model training; hyperparameters.

Введение

В современном мире мода и стиль играют важную роль в жизни людей, определяя не только внешний вид, но и самоидентификацию. Системы онлайн-стилистов, использующие методы машинного обучения, предлагают инновационные решения для персонализированного подхода в выборе одежды и аксессуаров. Эти технологии способны анализировать

предпочтения пользователей, комбинацию цветов и форм, а также учитывать актуальные тренды, что значительно упрощает процесс поиска подходящих предметов одежды и создание стильных образов.

Одной из подзадач в создании онлайн-стилиста является генерация новых изображений на основе описания предмета и исходной картинки. Генерация новых изображений даёт возможность клиентам видеть их идеи и пожелания в визуальной форме, создавая уникальные предложения для каждого пользователя.

В данной статье будет описан процесс построения генеративной модели для создания изображений одежды.

Генеративные модели

Генеративные модели — класс статистических алгоритмов машинного обучения. Эти модели способны генерировать новые экземпляры данных, которые напоминают обучающие данные. Генеративные модели изучают распределение данных входного обучающего набора с целью генерировать новые точки данных, которые напоминают исходный обучающий набор. Это означает, что такие модели способны понимать и воспроизводить нюансы данных. Генеративные модели нашли широкое применение, начиная от генерации изображений и заканчивая пониманием и синтезом естественного языка.

Генеративные модели работают, фиксируя совместное распределение вероятностей между наблюдаемыми переменными (фактической точкой данных) и скрытыми переменными (возможными или вероятными точками данных). Это совместное распределение затем используется для генерации новых данных. Основной фокус этих моделей — понять базовую структуру и распределение данных. [1]

Модель Kandinsky

Модель Кандинский (или Kandinsky) является примером генеративной модели, разработанной для создания изображений на основе текстовых описаний. Она основана на архитектуре трансформеров и предназначена для генерации высококачественного визуального контента. Существует различные версии данной модели. Для решения задачи применялась версия Kandinsky 2.1 (рис. 1).

Кандинский 2.1 унаследовал лучшие практики от Dall-E 2 и скрытой диффузии, но привнёс некоторые новые идеи [2].

Архитектура модели:

- Text encoder: XLM-Roberta-Large-Vit-L-14 — это модель, объединяющая в себе технологии обработки естественного языка и компьютерного

зрения. Она основана на архитектуре XLM-RoBERTa, представляющей собой многоязычную предобученную модель трансформеров для понимания текста, и ViT (Vision Transformer) для обработки изображений.

- Diffusion Image Prior — это метод, использующий диффузионные модели для генерации и восстановления изображений, основанный на принципах диффузии и статистического обучения.

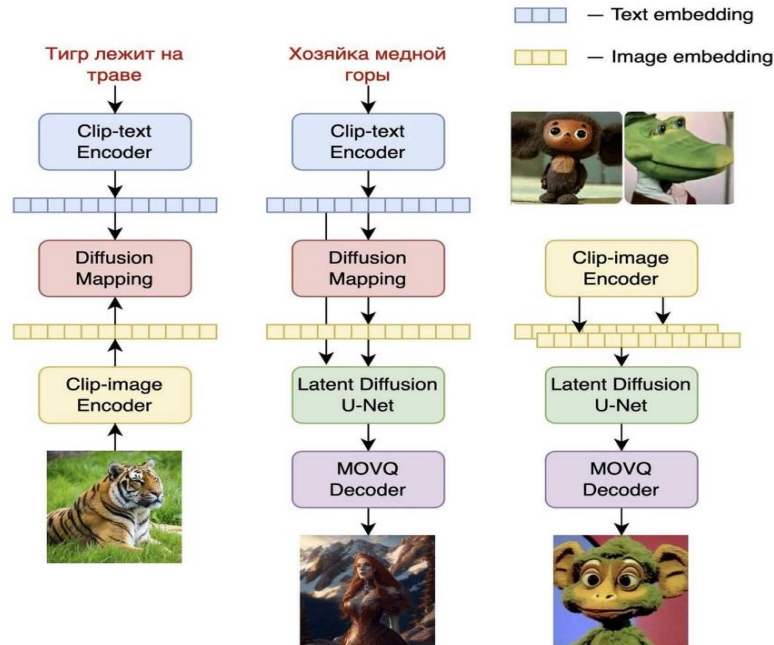


Рис.1. Архитектура модели Kandinsky

- CLIP image encoder (ViT-L/14 — это архитектура для обработки изображений, основанная на трансформерах) Данная модель представляет собой расширенный вариант архитектуры ViT. Энкодер возвращает вектор, соответствующий изображению.

- Latent Diffusion U-Net — архитектура, используемая в контексте диффузионных моделей, которая сочетает в себе преимущества U-Net и латентного представления данных. Это позволяет более эффективно обрабатывать изображения, снижая вычислительную нагрузку и увеличивая качество генерации

- MoVQ encoder/decoder — подход в области кодирования и декодирования, используемый для эффективной обработки многоязычных и многовидовых данных. В общем случае, MoVQ включает в себя encoder и decoder, которые работают совместно для достижения эффективной передачи и восстановления информации.

Кандинский 2.1 был обучен на обширном наборе данных изображений и текста LAION HighRes и доработан на внутренних данных Сбербанка. Модель image prior обучалась на датасете LAION Improved Aesthetics, после чего прошла фэйнтюнинг на LAION HighRes. Основная Text2Image диффузионная модель была обучена на 170 миллионах пар

«текст-изображение» из датасета LAION HighRes, при этом изображения имели разрешение не менее 768x768 пикселей. На этапе фэйнттюнинга был использован отдельно собранный датасет из 2 миллионов качественных изображений в высоком разрешении с описаниями, включая COYO, anime, landmarks_russia и другие источники.

Обучение модели

Данные

Для выполнения поставленной задачи генерации изображений одежды в первую очередь необходимо подготовить датасет, содержащий изображения и описание данных изображений.

В качестве датасета был выбран FashionGen датасет, содержащий 32 528 изображений предметов одежды и их описания.

Обучение

Далее для применения модели к поставленной задаче, её необходимо было дообучить на новых примерах. При обучении были применены следующие параметры:

- num_epochs (количество эпох) = 200;
- batch_size (количество экземпляров в одной батче) = 32;
- clip_image_size (размер входных изображений, который модель принимает для обработки, используется на уровне) = 224;
- diffusion_steps (количество итераций, через который проходит процесс генерации) = 500;
- learning_rate (гиперпараметр оптимизации, контролирующей скорость обновления весов модели) = 0.0005.

После обучения, модель можно применять, как для генерации изображений по текстовому запросу, так и на основе каких-либо изображений.

Пример. Из исходного изображения получить изображение по запросу: черная кожаная мини-юбка (см. рис. 2).



1



2

Рис. 2. Генерация изображений: 1 – исходное, 2 – сгенерированное

Заключение

В заключение, использование технологий машинного обучения для создания онлайн-стилистов представляет собой революционный шаг в сфере моды и стиля. Генерация изображений на основе описания и исходных картинок не только облегчает пользователям процесс подбора одежды, но и предоставляет уникальные возможности для самовыражения. В статье была представлена архитектура генеративной модели Kandinsky, на основе которой можно построить модель для создания новых изображений по запросам пользователя.

Библиографические ссылки

1. *Ivan Belcic*. What is a generative model?, 2024. [Online]. URL: <https://www.ibm.com/think/topics/generative-model> (date of access: 10.04.2025).
2. *Кузнецов А.* Kandinsky 2.1 или Когда +0.1 значит очень много, 2023. [Online]. URL: <https://habr.com/ru/companies/sberbank/articles/725282/> (date of access: 10.04.2025).