

ВЕСТНИК МГПУ.

**СЕРИЯ «ИНФОРМАТИКА
И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ».**

**MCU JOURNAL OF INFORMATICS
AND INFORMATIZATION
OF EDUCATION**

№ 4 (62)

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ / SCIENTIFIC JOURNAL

**Издается с 2003 года
Выходит 4 раза в год**

**Published since 2003
Quarterly**

**Москва
2022**

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Реморенко И. М. председатель	ректор ГАОУ ВО МГПУ, доктор педагогических наук, доцент, почетный работник общего образования Российской Федерации, член-корреспондент РАО
Рябов В. В. заместитель председателя	президент ГАОУ ВО МГПУ, доктор исторических наук, профессор, член-корреспондент РАО
Геворкян Е. Н. заместитель председателя	первый проректор ГАОУ ВО МГПУ, доктор экономических наук, профессор, академик РАО
Агранат Д. Л. заместитель председателя	проректор по учебной работе ГАОУ ВО МГПУ, доктор социологических наук, доцент

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Григорьев С. Г. главный редактор	доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАО
Корнилов В. С. заместитель главного редактора	доктор педагогических наук, профессор
Бидайбеков Е. Ы.	доктор педагогических наук, профессор (КазНПУ им. Абая, Республика Казахстан)
Бороненко Т. А.	доктор педагогических наук, профессор (ЛГУ им. А. С. Пушкина, г. Санкт-Петербург)
Бубнов В. А.	доктор технических наук, профессор
Гриншкун В. В.	доктор педагогических наук, профессор, академик РАО
Краснова Г. А.	доктор философских наук, профессор
Курбацкий А. Н.	доктор физико-математических наук, профессор (БГУ, Республика Беларусь)
Уваров А. Ю.	доктор педагогических наук, ведущий научный сотрудник

Мнение редакционной коллегии не всегда совпадает с мнением авторов.

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

СОДЕРЖАНИЕ

Электронные средства поддержки обучения

- Левицкий М. Л., Заславская О. Ю.* Концепция реализации фундаментальных подходов к внедрению дополненной виртуальности в систему общего образования..... 7
- Трепакова Е. В.* Создание приложений с технологией дополненной реальности в рамках проектной деятельности в школе 22

Дидактические аспекты информатизации образования

- Каптерев А. И., Ромашкова О. Н., Чискидов С. В.*
Опыт применения факторного и кластерного анализа в цифровой трансформации образования 29

Формирование информационно-образовательной среды

- Дробышев Ю. А., Дробышева И. В.* Цифровой контент историко-математического компонента обучения..... 44

Менеджмент образовательных организаций

- Маркова С. В.* Исследование системы токенизации персональных данных студентов на основе технологии блокчейн 58
- Побединская Т. В., Заславская О. Ю.* Использование алгоритмов машинного обучения для прогноза успеваемости учащихся основной школы 75

Иновационные педагогические технологии в образовании

- Львов А. Ю., Львова Н. С.* Сможет ли робот научить рисовать?..... 83
- Osipovskaya E. A., Savelyeva A. A.* The new role of signaling in education: student perspective (Новая роль сигнальной функции образования с точки зрения студента)..... 96
- Попов Н. И., Канева Е. А.* Использование электронного курса «Школьный математический практикум» при подготовке будущих педагогов 109

Трибуна молодых ученых

- Лукина Я. В.* Структура элективного курса «Наукометрия в цифровой среде» в подготовке магистров..... 119
- Требования к оформлению статей..... 130

CONTENTS

Electronic Means of Teaching Support

- Levitsky M. L., Zaslavskaya O. Yu.* The concept of implementation of fundamental approaches to introducing added virtuality into the general education system 7
- Trepakova E. V.* Creating applications with augmented reality technology as part of project activities at school 22

Didactic Aspects Of Education Informatization

- Kapterev A. I., Romashkova O. N., Chiskidov S. V.* Experience in the Application of Factor and Cluster Analysis in the Digital Transformation of Education..... 29

Development of Information Educational Environment

- Drobyshev Y. A., Drobysheva I. V.* Digital content of the historical and mathematical component of education 44

Management of Educational Organizations

- Markova S. V.* A study of the tokenization system of students' personal data based on blockchain technology 58
- Pobedinskaya T. V., Zaslavskaya O. Yu.* The use of machine learning algorithms to prediction the performance of basic school students..... 75

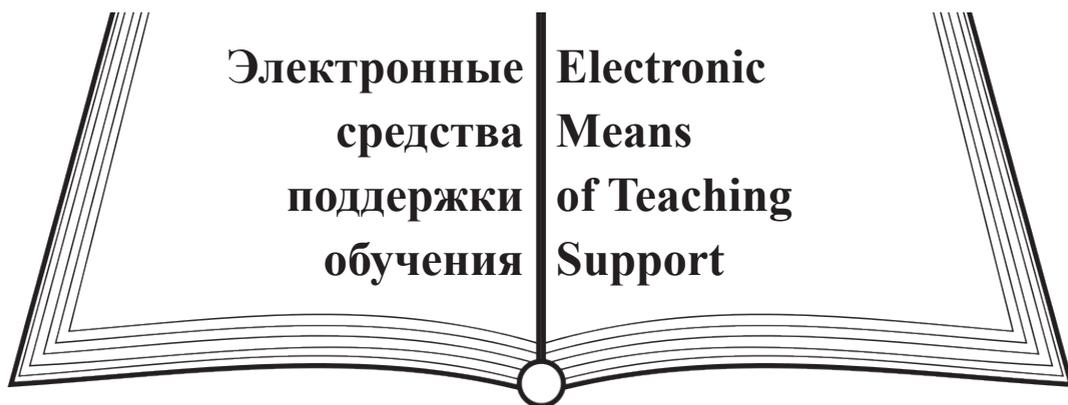
Innovative Pedagogical Technologies in Education

- Lvov A. Yu., Lvova N. S.* Will the robot be able to teach you how to draw?..... 83
- Osipovskaya E. A., Savelyeva A. A.* The new role of signaling in education: student perspective 96
- Popov N. I., Kaneva E. A.* The use of the electronic course «School Mathematical Practicum» in the preparation of future teachers..... 109

Tribune of Young Scientists

- Lukina Ya. V.* The structure of the elective course «Scientometry in the Digital Environment» in the preparation of masters 119

- Requirements for Registration of Articles 130



Научная статья

УДК 004.93

DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.01

КОНЦЕПЦИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПОДХОДОВ К ВНЕДРЕНИЮ ДОПОЛНЕННОЙ ВИРТУАЛЬНОСТИ В СИСТЕМУ ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ¹

Михаил Львович Левицкий¹,
Ольга Юрьевна Заславская² ✉

¹ Российская академия образования, Москва, Россия,
LevitzckyL@mgpu.ru

² Московский городской педагогический университет, Москва, Россия,
zaslavskaya@mgpu.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0002-6119-8271>

Аннотация. Технология дополненной виртуальности позволяет влиять на повышение качества обучения за счет активизации эпизодической визуальной памяти учащихся. В статье рассмотрены обоснованные методы применения такой технологии обучения. Результаты исследования внедрения дополненной виртуальности в систему общего образования содержат концептуальные подходы к анализу последствий и ограничений, которые необходимо учитывать руководителям образовательной организации и преподавателям для эффективного применения таких технологий. Выводы статьи могут быть эффективно интегрированы в повседневную педагогическую практику, при наличии соответствующего программного и аппаратного обеспечения. Цель: теоретически обосновать и разработать научные основы использования технологии дополненной виртуальности для повышения эффективности обучения, а также развития содержания и методов общего

¹ Статья подготовлена в рамках проекта РФФИ № 19-29-14153 «Фундаментальные основы трансформации содержания и методов общего образования в результате использования учащимися технологии дополненной виртуальности (на примере обучения информатике)».

образования. Задачи: определить концептуальные основания, значимые для реализации фундаментальных подходов внедрения дополненной виртуальности в систему общего образования, последствия и ограничения, которые необходимо учитывать при внедрении таких технологий в образовательной практике. В статье теоретически обоснована возможность проектирования, разработки и применения технологии дополненной виртуальности на примере обучения школьному курсу информатики.

Ключевые слова: дополненная виртуальность; информатика; смешанная реальность; визуализация; информатизация образования; общее образование; теория и методика обучения; цифровизация образования; дополненная реальность.

Original article

UDC 004.93

DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.01

THE CONCEPT OF THE IMPLEMENTATION OF FUNDAMENTAL APPROACHES TO THE INTRODUCTION OF AUGMENTED VIRTUALITY IN THE SYSTEM OF GENERAL EDUCATION

Mikhail L. Levitsky¹,

Olga Yu. Zaslavskaya² ✉

¹ Russian Academy of Education, Moscow, Russia,
LevitzckyL@mgpu.ru

² Moscow City University, Moscow, Russia,
zaslavskaya@mgpu.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0002-6119-8271>

Abstract. Augmented virtuality technology allows you to influence the improvement of the quality of education by activating the episodic visual memory of students. The article considers reasonable methods of teaching the use of such learning technology. The results of the study of the introduction of augmented virtuality in the general education system contain conceptual approaches to the analysis of the consequences and limitations that must be taken into account by the leaders of the educational organization and teachers for the effective use of such technologies. The conclusions of the article can be effectively integrated into everyday pedagogical practice, with the appropriate software and hardware. Purpose: to theoretically substantiate and develop the scientific basis for the use of augmented virtuality technology to improve the effectiveness of education, as well as the development of the content and methods of general education. Objectives: to determine the conceptual foundations that are significant for the implementation of fundamental approaches to the introduction of augmented virtuality in the general education system, the consequences and limitations that must be taken into account when introducing such technologies in educational practice. The article theoretically substantiates the possibility of designing, developing and applying augmented virtuality technology by the example of teaching a school computer science course.

Keywords: augmented virtuality; informatics; mixed reality; visualization; informatization of education; general education; theory and methods of teaching; digitalization of education, augmented reality.

Для цитирования: Левицкий, М. Л., Заславская, О. Ю. (2022). Концепция реализации фундаментальных подходов к внедрению дополненной виртуальности в систему общего образования. *Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования»*, 4(62), 7–21. DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.01

For citation: Levitsky, M. L., & Zaslavskaya, O. Yu. (2022). The concept of the implementation of fundamental approaches to the introduction of augmented virtuality in the system of general education. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*, 4(62), 7–21. <https://doi.org/10.25688/2072-9014.2022.62.4.01>

Введение

В современном мире наблюдается тенденция активного и повсеместного применения иммерсивных технологий в образовании. По данным отечественных [1–7] и зарубежных² исследований [8–11], более 70 % учителей используют различные цифровые инструменты и сервисы на своих занятиях каждый день, 13 % — несколько раз в неделю.

Авторы многочисленных публикаций³ [3; 5; 6; 7] делают акцент на положительной динамике изменения количества учителей (около 85 %), отмечающих повышение качества электронных образовательных ресурсов и большие возможности цифровых средств в поиске путей их интеграции в образовательный процесс. Технологии дополненной реальности (далее — AR), виртуальной реальности (далее — VR), дополненной виртуальности (далее — AV) — иммерсивные технологии, которые обеспечивают возможность познакомиться с цифровым контентом как в физическом, так и в виртуальном пространстве, — допускают наличие значительного потенциала для развития инновационных технологий в сфере образования.

Возможности использования в образовательном процессе технологий AR и VR демонстрируют впечатляющую динамику⁴, особенно в ситуации вынужденного перехода на удаленное и дистанционное обучение в условиях пандемии. Спецификой этих технологий является новый подход к визуализации информации, который открывает ранее недоступные возможности проецирования виртуальных объектов в реальный мир или обеспечения визуальной трансляции объектов реального мира в виртуальную среду в контексте решения образовательных задач. Сочетая в себе визуальный, аудиальный и кинестетический подход к обучению, иммерсивные технологии позволяют

² Мельник І., Задерей Н., Нефьодова Г. (2018). Доповнена та Віртуальна Реальність як Ресурс Навчальної Діяльності Студентів // ITCM-2018. URL: <http://itcm.comp-sc.if.ua/2018/melnuk.pdf> (дата обращения: 20.05.2022); Mystakidis S, Fragkaki M., & Filippousis G. (2021). Ready Teacher One: Virtual and Augmented Reality Online Professional Development for K-12 School Teachers. *Computers*, 10(10), 134. <https://doi.org/10.3390/computers10100134>

³ Мельник І., Задерей Н., Нефьодова Г. Указ. соч.

⁴ Каменов К. (2017, 15 августа). Иммерсивный опыт — 4-я волна в технологиях: обучение основам (на англ. яз.) // Accenture. URL: <https://www.accenture.com/gb-en/blogs/blogs-immersive-experience-wave-learning-ropes> (дата обращения: 20.05.2022).

предоставить учащимся бóльшую достоверность и способность динамично контролировать изменения объекта изучения.

Технология AV является многообещающим дополнением к предоставлению участникам педагогического процесса доступа к образовательному пространству и контенту за счет их иммерсивного характера. Такие технологии (AR, VR, AV) могут повлиять на эффективность и качество обучения за счет:

- 1) активации динамической памяти учащихся, предлагая индивидуальные подходы к обучению;
- 2) способности обмениваться информацией новыми и увлекательными способами, понять абстрактные понятия;
- 3) получения виртуального опыта с низким уровнем риска по конкретным учебным предметам, снижая барьеры физического пространства: барьеры, связанные со сложностью, расстоянием, ценой и т. п.;
- 4) предоставления специфических (особых) инструментов для учащихся с ограниченными возможностями обучения, улучшая сотрудничество и практическое обучение и др.

Теоретические работы, выполненные в ходе первого и второго этапов реализации проекта РФФИ «Фундаментальные основы трансформации содержания и методов общего образования в результате использования учащимися технологии дополненной виртуальности (на примере обучения информатике)» (далее — Проект) в отделении философии образования и теоретической педагогики Российской академии образования, наглядно продемонстрировали, что иммерсивные технологии, которые недавно практически не использовались и были только экспериментальными, за короткий промежуток времени превратились в многомиллионный рынок с быстрорастущим спросом: виртуальные экскурсии, научные эксперименты, различные симуляторы.

Развитие технологий производства, расширение их возможностей, разработка и доступ к иммерсивному контенту, совмещение с мобильными устройствами — все это, с одной стороны, снижает стоимость их применения, с другой — повышает качество применения в образовательном процессе.

На следующем этапе исследования в рамках Проекта исследуются текущее состояние и потенциальные возможности дополненной виртуальности в образовании, а также рассматриваются практические решения по конкретным предметам и уровням обучения:

- исследования передовой педагогической практики по снижению степени влияния на здоровье и безопасность учащихся, предоставление рекомендаций по их применению в соответствии с возрастом и психолого-педагогическим воздействием;
- рассмотрение ресурсов и методических возможностей, оказывающих влияние на формирование и развитие знаний и навыков как действующих, так и будущих педагогов, необходимых для успешного внедрения этих технологий

в образовательный процесс, вопросы интеграции с традиционными образовательными технологиями обучения;

– оценка эффективности представляемого и разрабатываемого иммерсивного контента с позиции актуальности, безопасности, соответствия возрастной специфике и другим особенностям участников образовательного процесса.

Методы исследования

Цель: теоретически обосновать и разработать научные основы использования технологии дополненной виртуальности для повышения эффективности обучения, а также развития содержания и методов общего образования на примере курса информатики (дополненная виртуальность — объект и средство обучения).

Задачи проекта:

1. Разработать модель подходов к трансформации содержания и методов обучения в системе общего образования, основанных на использовании дополненной виртуальности;

2. Определить основные подходы к обучению с использованием технологии дополненной виртуальности, разработав методические рекомендации для учителей.

Методы и методики исследования. Общенаучные методы теоретического исследования, обзор научной, научно-педагогической и методической литературы в области информатизации образования; анализ содержания и методов обучения общего образования в результате использования учащимися технологии дополненной виртуальности (на примере обучения информатике); формализация полученных в результате анализа данных в виде модели использования технологии дополненной виртуальности в обучении; моделирование системы обучения с учетом использования технологии дополненной виртуальности, классификация основных подходов к обучению с использованием технологии дополненной виртуальности; обобщение полученных результатов в рамках методических рекомендаций.

Методы исследования: изучение и анализ педагогического опыта использования средств цифровизации образования; беседы с учителями и школьниками о применении технологии дополненной виртуальности в учебном процессе; анкетирование учителей, применяющих технологию дополненной виртуальности в учебном процессе; тестирование школьников.

Результаты исследования

Вопросы внедрения VR, AR, AV и смешанной реальности (далее — MR) в систему образования напрямую связаны с достижениями четвертой промышленной революции, инновационными процессами в системе образования, а также наличием существенных ограничений в период пандемии COVID-19 [12].

Проведенный анализ зарубежных и отечественных научных и научно-педагогических публикаций [13] выявил существенное влияние данных технологий как на повседневную жизнь, социальные и личные коммуникации, взаимодействие с техническими устройствами, так и на систему образования в целом.

Технологии VR, AR, AV и MR, по мнению многих ученых [14; 15], могут быть объединены в отдельный технологический термин «кросс-реальность» (XR). Этот подход показывает, что информация, которая представлена и хранится в цифровой электронной среде, может быть передана, принята и обработана с применением этих технологий.

Технология AV подразумевает проектирование и наличие такой виртуальной среды, в которой будут присутствовать объекты из реальной, физической, материальной среды, доступные для изучения [16]. Доступ к такой виртуальной среде возможен с применением не только стандартных устройств (компьютерных и/или мобильных гаджетов), но и специально разработанных устройств (головных дисплеев или гарнитур).

Проектирование и применение среды дополненной виртуальности создает концептуальное основание новой цифровой среды для взаимодействия с объектами реального мира в виртуальном пространстве на основе интуитивно понятного интерфейса.

В настоящее время школьный курс обучения информатике направлен на овладение учащимися фундаментальными основами информатики, формирование у них информационной культуры⁵ и основан на шести содержательно-методических линиях (рис. 1), каждая из которых реализуется различными темами и разделами курса в рамках общего образования.

⁵ *Техэксперт* (2004, 1 января). Национальный стандарт Российской Федерации от 1 января 2004 г. «Эргономические требования при выполнении офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (ВДТ). Часть 3. Требования к визуальному отображению информации». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200032010#7D20K3> (дата обращения: 20.05.2022); *Техэксперт* (2011, 1 января). Национальный стандарт Российской Федерации от 1 января 2011 г. «Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Электронные образовательные ресурсы. Общие положения». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200082196> (дата обращения: 20.05.2022); *Техэксперт* (2015а, 1 января). Национальный стандарт Российской Федерации от 1 января 2015 г. «Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Электронные учебно-методические комплексы. Требования и характеристики». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200108264> (дата обращения: 20.05.2022); *Техэксперт* (2015б, 1 января). Национальный стандарт Российской Федерации от 1 января 2015 г. «Информационная технология. Индивидуализированные адаптируемость и доступность в обучении, образовании и подготовке. Часть 1. Основы и эталонная модель». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200108266#7D20K3> (дата обращения: 20.05.2022); *Техэксперт* (2008, 1 июня). Национальный стандарт Российской Федерации от 1 июня 2008 г. «Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDTs). Часть 1. Общие сведения». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200066538#7D20K3> (дата обращения: 20.05.2022); *Техэксперт* (2018, 1 сентября). Национальный стандарт Российской Федерации от 1 сентября 2018 г. «Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Эксперимент виртуальный. Общие положения». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200156823> (дата обращения: 20.05.2022).

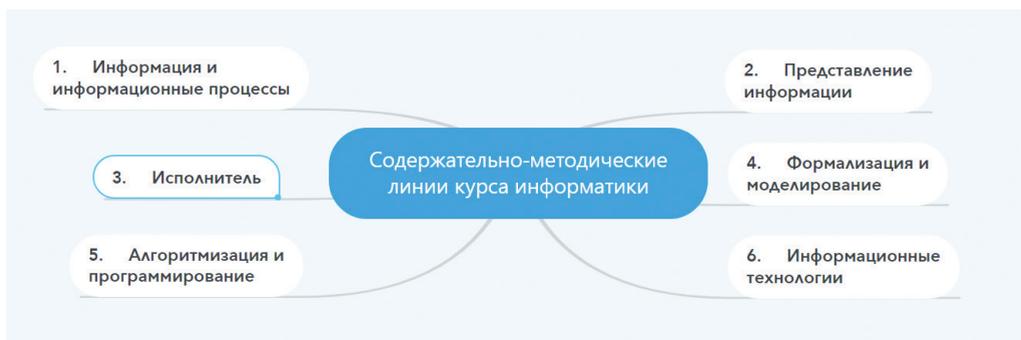


Рис. 1. Содержательно-методические линии курса информатики

В рамках данного исследования, на основе анализа возможностей и особенностей применения иммерсивных технологий, целесообразно рассмотреть разделы, содержание которых может быть наиболее подвержено изменению под влиянием развития иммерсивных технологий, например содержательно-методическую линию «Информационные технологии».

На основе анализа научных работ С. Г. Григорьева, В. В. Гринскуна, О. Ю. Заславской, А. А. Кузнецова, И. В. Левченко, посвященных формированию содержания школьного курса информатики, были рассмотрены требования к результатам обучения содержательно-методической линии «Информационные технологии» на базовом уровне (см. рис. 2).

При внедрении в содержание обучения дополненной виртуальности необходимо предусмотреть темы и разделы в школьном курсе информатики (на примере содержательно-методической линии «Информационные технологии»). Такое дополнение представлено на рисунке 3.

Дополнение содержательно-методической линии «Информационные технологии» школьного курса информатики темами и разделами, связанными с изучением различных аспектов иммерсивных технологий, потребует изменения целей обучения информатике в сторону их расширения, дополнения содержания обучения, корректировки планируемых результатов обучения, образовательных задач.

На основе анализа традиционных требований к результатам обучения содержательно-методической линии «Информационные технологии» в рамках данного исследования были подготовлены дополнительные требования к результатам обучения в контексте наполнения школьного курса информатики новыми темами и разделами, посвященными изучению иммерсивных технологий (см. рис. 2).

Еще одна цель включает в себя горизонтальную и вертикальную интеграцию образования. Горизонтальная интеграция подразумевает поступательное развитие человека на протяжении каждого этапа жизни. Ее средствами служат социальные сети, средства массовой информации, общественные организации, культурные и религиозные объединения и т. д. Вертикальная интеграция —



Рис. 2. Требования к результатам обучения на базовом уровне (раздел «Информационные технологии»)

Общая цель обучения иммерсивным технологиям в курсе информатики основной школы: подготовка учащихся к жизни и работе в информационном обществе путем овладения средствами иммерсивных технологий и самой технологией, подходами к их созданию, содержательному наполнению и использованию в решении различных задач

Знать/ понимать	<ul style="list-style-type: none"> – сущность, определения, особенности и различия иммерсивных технологий (виртуальная, дополненная, смешанная, перекрестная реальности) – виды и состав устройств, средств иммерсивных технологий – применение иммерсивных технологий в науке, искусстве, образовании и т. д., перспективы развития иммерсивных технологий, их возможности и ограничения, в том числе при решении различных задач – историю появления и развития иммерсивных технологий – виды информационных объектов и процессов, которые могут являться наполнением для систем виртуальной, дополненной, смешанной, перекрестной реальности, основные подходы и средства для создания простейшего содержательного наполнения для таких систем.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – различать виртуальную, дополненную, смешанную, перекрестную реальности – приводить примеры использования виртуальной, дополненной, смешанной, перекрестной реальности в разных областях, в том числе в науке, образовании, искусстве – создавать простейшие информационные объекты модели и маркеры для содержательного наполнения средств иммерсивных технологий – осуществлять выбор средств иммерсивной технологии для решения разных задач – используя системы виртуальной, дополненной, смешанной, перекрестной реальности, демонстрировать виртуальные объекты в реальном окружении

Планируемые результаты обучения	
Предметные	уметь определять области эффективного использования иммерсивных технологий, рационально и эффективно использовать их для решения различных задач
Личностные	уметь взаимодействовать с дополнительной информацией при решении личных бытовых и профессиональных задач
Метапредметные	уметь применять элементы иммерсивных технологий и средства таких технологий в процессе обучения информатике и другим учебным дисциплинам

Образовательные задачи	
Обучения	дать представление учащимся об иммерсивных технологиях, ее средствах, особенностях и областях эффективного применения иммерсивных технологий
Развития	развить информационную культуру учащихся
Воспитания	способствовать формированию творческой активности обучающихся; повысить познавательный интерес к учебной дисциплине; развить навыки и способности критического мышления (навыки сопоставления, формулирования и проверки гипотез – правил решения задач, умений анализировать способы решения задач); развить не только логическое, но и образное мышление, фантазии школьников и их способность рассуждать

Рис. 3. Темы и разделы содержания школьного курса информатики, дополняющие процесс обучения в условиях применения дополненной виртуальности

это процесс обучения, проходящий на разных уровнях и ступенях образования: дошкольное, школьное, вузовское и т. д.

На основе проведенного анализа трансформации содержания и методов образования в условиях цифровизации спроектируем обобщенную структуру технологии дополненной виртуальности (рис. 4).

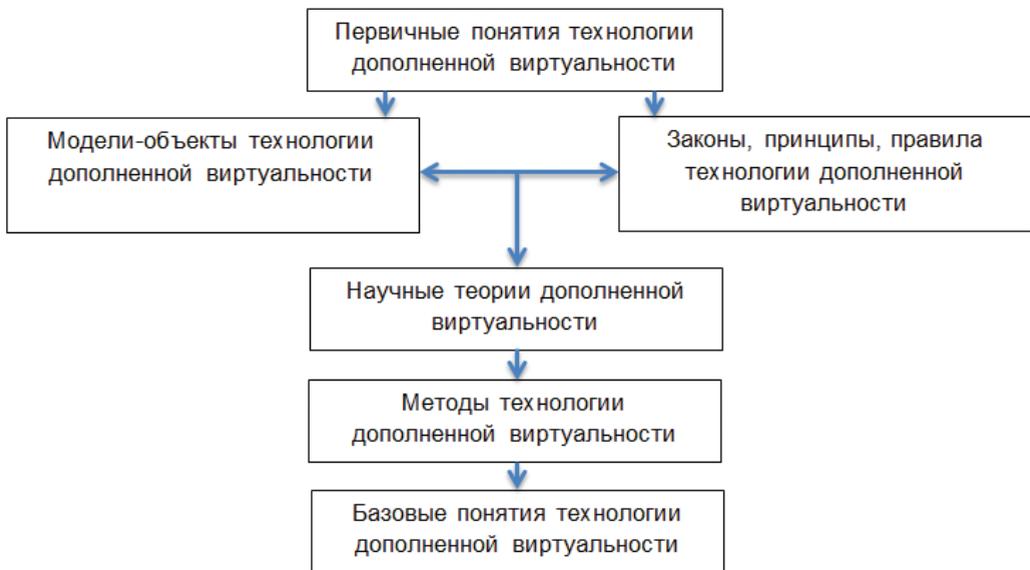


Рис. 4. Обобщенная структура технологии дополненной виртуальности

Одним из концептуальных подходов к внедрению в педагогическую практику обучения, построенном на основе применения технологии дополненной виртуальности, является специальным образом сформированная компетентность учителя, которая включает в себя, помимо общих педагогических и дидактических знаний, методической компетентности в рамках преподаваемого учебного предмета:

- определенные знания коммуникативных приемов обучения;
- умение участвовать в работе различных сетевых профессиональных сообществ;
- понимание принципов аппаратного и программного взаимодействия специфических устройств, используемых в ходе применения иммерсивных технологий.

Это подтверждают данные, полученные в ходе исследования [17].

Рассмотренные методы обучения, реализованные с применением технологии дополненной виртуальности, строятся на следующих основных концептуальных подходах [8; 16].

1. Традиционные:

- обучение от простого к сложному;
- от пассивного к активному обучению;
- обучение, ориентированное на ученика.

2. Специфические:

- ведущей роли визуализации;
- активизации мотивационной сферы;
- активизации сферы сотрудничества;
- формирования личного практического опыта;
- погружения в предмет и объект изучения.

Применение в образовательной практике технологии дополненной виртуальности позволяет воздействовать на эмоциональное состояние обучающихся за счет влияния на развитие таких качеств, как интерес, внимание, любознательность, инициатива, мотивация, творчество и пр.

В ходе настоящего исследования и на основании изучения зарубежного и отечественного педагогического опыта [2; 6–8; 11] отмечались повышение успеваемости и эффективность реализации современных педагогических технологий обучения, таких как проблемное обучение, в области изучения не только дисциплин информатики и информационных технологий, но и других дисциплин инженерного и технического цикла.

Дискуссионные вопросы

Однако полученные результаты и проведенный анализ [18–20] становятся основанием и для дискуссионных вопросов, открывают направления для продолжения исследований в области психологии применения иммерсивных технологий, возможности их применения и влияния на развитие личностных качеств.

Все эти вопросы непосредственно связаны с новыми технологиями профессиональной подготовки будущих педагогов, изменения форматов группового обучения, самообучения, исследований. Исходя из этого, требуется переосмысление системы повышения квалификации и профессиональной переподготовки с опорой на персонализированные запросы педагогов, применения новых форм такого обучения не только в режиме офлайн, но и в формате массовых открытых онлайн-курсов.

Результаты исследования показали, что подобных курсов профессионального развития все еще недостаточно, однако такое направление подготовки востребовано, актуально и позволяет использовать иммерсивные технологии для повышения интереса учащихся к обучению, их вовлеченности в образовательный процесс, улучшения результатов обучения.

Заключение

Внедрение иммерсивных технологий, в том числе и технологии дополненной виртуальности, не является образовательной панацеей. Устойчивая

эффективность применения подобных технологий и средств еще требует подтверждения, доказательства и проведения многостороннего и многофакторного исследования. Однако их применение для достижения конкретных педагогических целей, решения специфических задач и формирования определенных видов деятельности может обеспечить ощутимые преимущества обучения, получение запоминающихся впечатлений, современной визуализации, совместного присутствия и вовлеченности.

Список источников

1. Гриншкун, А. В. (2014). Возможности использования технологий дополненной реальности при обучении информатике школьников. *Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования»*, 3(29), 87–93.
2. Заславская, О. Ю. (2020). Анализ подходов к трансформации образования в условиях развития иммерсивных и других цифровых технологий. *Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования»*, 3(53), 16–20.
3. Заславская, О. Ю. (2016). Интерактивные технологии обучения. *Перспективы развития отечественного образования: приоритеты и решения*. Сборник статей Восьмых Всероссийских Шамовских педагогических чтений научной школы Управления образовательными системами (с. 67–71). Москва: МПГУ.
4. Заславская, О. Ю. (2020). Как меняется обучение: трансформация образования в условиях развития цифровых технологий. *Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании*. Материалы IV Международной научной конференции (с. 426–430). Красноярск: СФУ.
5. Заславская, О. Ю. (2020). Трансформация образования в условиях развития цифровых технологий. *Горизонты и риски развития образования в условиях системных изменений и цифровизации*. Сборник научных трудов XII Международной научно-практической конференции (с. 70–74). Москва: Международная академия наук педагогического образования.
6. Левицкий, М. Л. (2019). Качество образования в эпоху глобальных информационных трансформаций. *Известия Волгоградского государственного педагогического университета*, 10(143), 4–9.
7. Левицкий, М. Л., Гриншкун, А. В. (2020). Иммерсивные технологии: способы дополнения виртуальности и возможности их использования в образовании. *Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования»*, 3(53), 21–25.
8. Sáez-López, J. M., Cózar-Gutierrez, R., González-Calero, J. A., Gomez Carrasco, C. J. (2020). Augmented Reality in Higher Education: An Evaluation Program in Initial Teacher Training. *Educ. Sci*, 10(26).
9. Collins, J., Regenbrecht, H., Langlotz, T. (2017). Visual coherence in mixed reality: A systematic enquiry. *Presence Teleoperators and Virtual Environments*, 26(1), 16–41.
10. Frein, L., Ott, M. (2015). *A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives*. Institute for Educational Technology, CNR, Genova, Italy. 125 p.
11. Falloon, G. (2020). From digital literacy to digital competence: The teacher digital competency (TDC) framework. *Educ. Technol. Res. dev.*, 68, 2449–2472.

12. Boltz, L. O., Yadav, A., Dillman, B., Robertson, C. (2021). Transitioning to remote learning: Lessons from supporting K-12 teachers through a MOOC. *Br. J. Educ. Technol.*, 52, 1377–1393.
13. Mystakidis, S. (2021). Motivation Enhancement Methods for Community Building in Extended Reality. In Fisher, J. A. (Ed.). *Augmented and Mixed Reality for Communities* (pp. 265–282). CRC Press: Boca Raton, FL, USA.
14. Ziker, C., Truman, B., Dodds, H. (2021). Cross Reality (XR): Challenges and Opportunities Across the Spectrum. In *Innovative Learning Environments in STEM Higher Education: Opportunities, Challenges, and Looking Forward* (pp. 55–77). Springer International Publishing: Cham, Switzerland.
15. Alizadehsalehi, S., Hadavi, A., Huang, J. C. (2020). From BIM to extended reality in the AEC industry. *Autom. Constr.*, 116, 103254.
16. Minocha, S., Tudor, A., Tillings, S. (2017). Affordances of mobile virtual reality and their role in learning and teaching. *31st British Human Computer Interaction Conference, University of Sunderland's St. Peter's Campus, UK*, 2(18), 79–84.
17. Maaranen, K., Kynaslahti, H., Byman, R., Sintonen, S., Jyrhämä, R. (2020). Do you mean besides researching and studying? Finnish teacher educators' views on their professional development. *Prof. Dev. Educ.*, 46, 35–48.
18. Van der Klink, M., Kools, Q., Avissar, G., White, S., Sakata, T. (2017). Professional development of teacher educators: What do they do? Findings from an explorative international study. *Prof. Dev. Educ.*, 43, 163–178.
19. Jyrhämä, R., Kynaslahti, H., Krokfors, L., Byman, R., Maranen, K., Toom, A., Kansanen, P. (2008). The appreciation and realization of research-based teacher education: Finnish students' experiences of teacher education. *Eur. J. Teach. Educ.*, 31, 1–16.
20. Mystakidis, S., Berki, E. (2014). Participative Design of qMOOCs with Deep Learning and 3d Virtual Immersive Environments: The case of MOOCAGora. In *Proceedings of the Can MOOCs Save Europe's Unemployed Youth? Workshop, ECTEL 2014 Conference, Graz, Austria* (p. 345).

References

1. Grinshkun, A. V. (2014). The possibilities of using augmented reality technologies in teaching computer science to schoolchildren. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*, 3(29), 87–93. (In Russ.).
2. Zaslavskaya, O. Yu. (2020). Analysis of approaches to the transformation of education in the context of the development of immersive and other digital technologies. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*, 3(53), 16–20. (In Russ.).
3. Zaslavskaya, O. Yu. (2016). Interactive learning technologies. *Prospects for the development of domestic education: priorities and solutions*. Collection of articles of the eighth All-Russian Shamov pedagogical readings of the scientific school of Management of educational systems (pp. 67–71). (In Russ.).
4. Zaslavskaya, O. Yu. (2020). How learning is changing: the transformation of education in the context of the development of digital technologies. *Informatization of education and e-learning methodology: digital technologies in education*. Proceedings of the IV International Scientific Conference (pp. 426–430). Krasnoyarsk: SFU. (In Russ.).

5. Zaslavskaya, O. Yu. (2020). Transformation of education in the conditions of development of digital technologies. *Horizons and risks of education development in the context of systemic changes and digitalization*. Collection of scientific papers of the XII International Scientific and Practical Conference (pp. 70–74). Moscow: International Academy of Sciences of Pedagogical Education. (In Russ.).
6. Levitsky, M. L. (2019). The quality of education in the era of global information transformations. *Proceedings of the Volgograd State Pedagogical University*, 10(143), 4–9. (In Russ.).
7. Levitsky, M. L., Grinshkun, A. V. (2020). Immersive technologies: ways to complement virtuality and the possibility of their use in education. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*, 3(53), 21–25. (In Russ.).
8. Sáez-López, J. M., Cózar-Gutierrez, R., González-Calero, J. A., & Gomez Carrasco, C. J. (2020). Augmented Reality in Higher Education: An Evaluation Program in Initial Teacher Training. *Educ. Sci*, 10(26). (In English).
9. Collins, J., Regenbrecht, H., & Langlotz, T. (2017). Visual coherence in mixed reality: A systematic enquiry. *Presence Teleoperators and Virtual Environments*, 26(1), 16–41. (In English).
10. Frein, L., & Ott, M. (2015). *A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives*. Institute for Educational Technology, CNR, Genova, Italy. 125 p. (In English).
11. Falloon, G. (2020). From digital literacy to digital competence: The teacher digital competency (TDC) framework. *Educ. Technol. Res. dev.*, 68, 2449–2472. (In English).
12. Boltz, L. O., Yadav, A., Dillman, B., & Robertson, C. (2021). Transitioning to remote learning: Lessons from supporting K-12 teachers through a MOOC. *Br. J. Educ. Technol.*, 52, 1377–1393. (In English).
13. Mystakidis, S. (2021). Motivation Enhancement Methods for Community Building in Extended Reality. In Fisher, J. A. (Ed.). *Augmented and Mixed Reality for Communities* (pp. 265–282). CRC Press: Boca Raton, FL, USA. (In English).
14. Ziker, C., Truman, B., & Dodds, H. (2021). Cross Reality (XR): Challenges and Opportunities Across the Spectrum. In *Innovative Learning Environments in STEM Higher Education: Opportunities, Challenges, and Looking Forward* (pp. 55–77). Springer International Publishing: Cham, Switzerland. (In English).
15. Alizadehsalehi, S., Hadavi, A., & Huang, J. C. (2020). From BIM to extended reality in the AEC industry. *Autom. Constr.*, 116, 103254. (In English).
16. Minocha, S., Tudor, A., & Tillings, S. (2017). Affordances of mobile virtual reality and their role in learning and teaching. *31st British Human Computer Interaction Conference, University of Sunderland's St. Peter's Campus, UK*, 2(18), 79–84. (In English).
17. Maaranen, K., Kynaslahti, H., Byman, R., Sintonen, S., Jyrhämä, R. (2020). Do you mean besides researching and studying? Finnish teacher educators' views on their professional development. *Prof. Dev. Educ.*, 46, 35–48. (In English).
18. Van der Klink, M., Kools, Q., Avissar, G., White, S., Sakata, T. (2017). Professional development of teacher educators: What do they do? Findings from an explorative international study. *Prof. Dev. Educ.*, 43, 163–178. (In English).
19. Jyrhämä, R., Kynaslahti, H., Krokfors, L., Byman, R., Maaranen, K., Toom, A., Kansanen, P. (2008). The appreciation and realization of research-based teacher education: Finnish students' experiences of teacher education. *Eur. J. Teach. Educ.*, 31, 1–16. (In English).

20. Mystakidis, S., Berki, E. (2014). Participative Design of qMOOCs with Deep Learning and 3d Virtual Immersive Environments: The case of MOOCAGora. In *Proceedings of the Can MOOCs Save Europe's Unemployed Youth? Workshop, ECTEL 2014 Conference, Graz, Austria* (p. 345). (In English).

Статья поступила в редакцию: 15.06.2022;
одобрена после рецензирования: 04.08.2022;
принята к публикации: 02.09.2022.

The article was submitted: 15.06.2022;
approved after reviewing: 04.08.2022;
accepted for publication: 02.09.2022.

Информация об авторах:

Михаил Львович Левицкий — доктор педагогических наук, профессор, академик РАО, академик-секретарь отделения философии образования и теоретической педагогики РАО, Москва, Россия,
oped-rao2017@mail.ru

Ольга Юрьевна Заславская — доктор педагогических наук, профессор, профессор департамента информатизации образования, Институт цифрового образования, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия,
zaslavskaya@mgpu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6119-8271>

Information about authors:

Mikhail L. Levitsky — Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Academician of RAO, Academician-Secretary of the Department of Philosophy of Education and Theoretical Pedagogy of RAO, Moscow, Russia,
oped-rao2017@mail.ru

Olga Yu. Zaslavskaya — Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Informatization of Education, Institute of Digital Education, Moscow City University, Moscow, Russia,
zaslavskaya@mgpu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6119-8271>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Научная статья

УДК 372.862

DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.02

СОЗДАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЙ С ТЕХНОЛОГИЕЙ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В РАМКАХ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ШКОЛЕ

Елена Викторовна Трепакова

Курский государственный университет, Курск, Россия,
trepakova_elena@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4215-4935>

Аннотация. Актуальностью проблемы исследования является широкое внедрение технологий дополненной реальности в сферу образования, в том числе школьного образования. Виртуальные образы делают учебный материал более наглядным, ярким и запоминающимся, улучшают усвояемость материала, развивают креативность и критическое мышление. Школьники, разрабатывающие приложения с дополненной реальностью, получают неоценимый опыт при выполнении проекта по информатике. Поэтому *цель исследования* — выявление эффективного программного обеспечения для создания мобильных приложений с использованием технологии дополненной реальности учащимися общеобразовательных школ в ходе выполнения проектной работы. *Задачи исследования:* 1) исследовать рынок платформ для создания мобильных приложений с использованием технологии дополненной реальности с целью выявления подходящих для выполнения проектной работы школьником; 2) дать методические рекомендации учителям информатики по подготовке и сопровождению школьных проектов с использованием технологии дополненной реальности. Ведущими методами, используемыми для исследования данной проблемы, являлись методы анализа, обобщения, систематизации научной литературы, описательные и поисковые методы. Выборка исследования включала изучение следующих платформ для создания мобильных приложений с дополненной реальностью: Unity, Vuforia, EV Toolbox, ARKit, ARLOOPA, Quiver — 3D Coloring, Web AR. В рамках данной статьи описаны методические рекомендации учителям информатики по организации проектной деятельности в старших классах школы для создания мобильных приложений с использованием технологии дополненной реальности.

Ключевые слова: технология дополненной реальности; проектная деятельность; мобильное приложение; исследование; платформы для создания мобильных приложений с дополненной реальностью.

Original article

UDC 372.862

DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.02

**CREATING APPLICATIONS
WITH AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY
AS PART OF PROJECT ACTIVITIES AT SCHOOL****Elena V. Trepakova**

Kursk City University, Kursk, Russia,
trepakova_elen@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4215-4935>

Abstract. The relevance of the research problem is the widespread introduction of augmented reality technologies in the field of education, including school education. Virtual images make the educational material more visual, vivid and memorable, improve the assimilation of the material, develop creativity and critical thinking. Students developing applications with augmented reality gain invaluable experience in the implementation of a computer science project. Therefore, *the purpose of the study* is to identify effective software for creating applications using augmented reality technology by students of secondary schools in the course of project work. *Research objectives:* 1) to explore the market of platforms for creating mobile applications using augmented reality technology in order to identify suitable for the implementation of project work by a student; 2) to give methodological recommendations to computer science teachers on the preparation and support of school projects using augmented reality technology. The leading methods used to study this problem were methods of analysis, generalization, systematization of scientific literature, descriptive and search methods. The study sample included the study of the following platforms for creating mobile applications with augmented reality: Unity, Vuforia, EV Toolbox, ARKit, ARLOOPA, Quiver — 3D Coloring, Web AR. Within the framework of this article, methodological recommendations for computer science teachers on the organization of project activities in high school to create mobile applications using augmented reality technology were described.

Keywords: augmented reality technology; project activity; mobile application; research; platforms for creating mobile applications with augmented reality.

Для цитирования: Трепакова, Е. В. (2022). Создание приложений с технологией дополненной реальности в рамках проектной деятельности в школе. *Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования»*, 4(62), 22–28. DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.02

For citation: Trepakova, E. V. (2022). Creating applications with augmented reality technology as part of project activities at school. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*, 4(62), 22–28. <https://doi.org/10.25688/2072-9014.2022.62.4.02>

Введение

Одним из перспективных технологий в области образования является применение технологии дополненной реальности, которая соединяет реальные двумерные объекты с виртуальными трехмерными. Термин «дополненная реальность» (augmented reality, AR) был предложен исследователем корпорации Boeing Томом Коделлом (Tom Caudell) в 1990 году. В 1997 году Рональд Азум дал определение дополненной реальности как системы, совмещающей виртуальное и реальное; взаимодействующей в реальном времени и работающей в 3D.

Дополненная реальность (AR) — это среда, в реальном времени дополняющая физический мир, каким мы его видим, цифровыми данными с помощью каких-либо устройств: планшетов, смартфонов и т. д. — и программной части [1, с. 2]. Созданию и использованию моделей с помощью технологии дополненной реальности посвящены исследования многих ученых и в России.

А. В. Гриншкун, И. В. Левченко пишут о создании виртуальной модели, отображаемой на материальном заменителе реального объекта, или о создании виртуального информационного слоя на реальном объекте [2, с. 2]; С. Г. Григорьев, М. А. Родионов, О. А. Кочеткова — о дополненной реальности как компоненте школьного информационно-технологического образования, согласно новым ФГОС ООО, предлагая дополнить разделы «Программное и аппаратное обеспечение» и «Алгоритмизация и программирование» новыми темами, такими как: «Интерфейс программ и приложений дополненной (виртуальной) реальности, их сравнительная характеристика», «Платформы для создания AR/VR-приложений», «Разработка приложений дополненной (виртуальной) реальности» и др. [1, с. 3].

С. М. Ефименко, Д. А. Пасынков обращаются к вопросам о технологии дополненной реальности на основе распознавания маркеров, которую можно применять для поддержки образовательного процесса вуза, и предлагают использовать следующие библиотеки дополненной реальности: Vuforia, ARToolkit, WikiTude, LayAR, Kudan [3, с. 7]. Ю. Ю. Дюличева пишет о современных приложениях дополненной реальности, которые основаны на применении маркерной, безмаркерной и пространственной технологий трекинга, и приводит примеры нескольких доступных обучающих мобильных приложений для изучения математики, физики и химии: AR Geometry, Surface math AR, Geometry — Augmented Reality, SketchUp [4, с. 4].

А. И. Азевич раскрывает преимущества виртуальной дополненной реальности, таких как: вовлеченность в обучающую среду; личное участие; комплексное решение учебной задачи, не отвлекаясь на внешние факторы. Недостатком является объемный виртуальный контент, для наполнения которого нужны немалые финансовые вложения [5, с. 8].

В дополненной реальности виртуальные объекты проецируются на реальное окружение. Для того чтобы получить изображение, необходимо

направить камеру устройства на объект с целью проанализировать видеопотоки с помощью специальных алгоритмов программного обеспечения. После этого программное обеспечение добавит необходимый контент непосредственно на распознанный объект — маркер AR, или метку.

Методы исследования

На основе анализа отечественных и зарубежных источников, посвященных описываемой проблеме, было выяснено, что, согласно новым ФГОС ООО, технологии виртуальной и дополненной реальности будут изучаться в школе на уроках информатики. На сегодняшний день такое изучение возможно в рамках проектной деятельности во внеурочное время. На базе Курского государственного университета и школы № 59 им. Г. М. Мыльникова города Курска студентами педагогического направления подготовки и старшеклассниками был проведен эксперимент по созданию и применению на уроках мобильных приложений по некоторым темам школьного курса.

Этапы эксперимента:

1) констатирующий этап — выявление наиболее эффективных платформ по созданию мобильных приложений с использованием технологии дополненной виртуальности;

2) формирующий этап — разработка методических рекомендаций для учителя информатики для работы в рамках внеурочной деятельности с учащимися при написании проектных работ с использованием технологии дополненной реальности;

3) контрольный этап — изучение влияния описываемых технологий на учебную деятельность в ходе прохождения педагогической практики студентами педагогического направления подготовки.

Результаты исследования

Виртуальная реальность, выступая в роли нового средства обучения и перспективной технологии, помогает ученикам понять сложные темы школьного курса. Современные школьники привыкли воспринимать новый учебный материал через визуальные образы, заинтересованы технологиями дополненной реальности, с которыми они впервые сталкиваются в компьютерных играх.

Поэтому учителю важно развить и направить этот интерес в нужное русло. В ходе проведения эксперимента на констатирующем этапе было выяснено, что подходящими платформами являются Unity, Vuforia и EV Toolbox, которые интуитивно понятны даже школьникам, поэтому с помощью них можно создавать мобильные приложения по сложным для понимания темам школьного курса.

Например, для андроида создано приложение «Атомы_AR» с меткой для AR для уроков химии в 8-м классе при изучении темы «Строение электронных оболочек атомов» в 2021/2022 учебном году¹. В программе Photoshop нарисованы кнопки, фон и все химические элементы. Для использования приложения «Атомы_AR» необходимо сначала открыть его на своем смартфоне (появится Периодическая система химических элементов Менделеева), затем навести на метку камеры смартфона и нажать на кнопку с нужным химическим элементом, например Na (рис. 1).

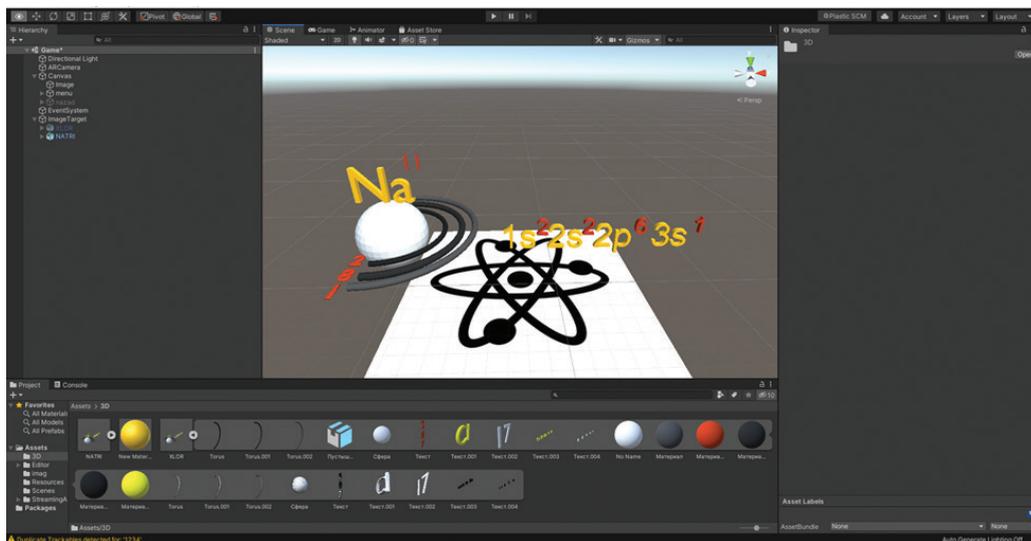


Рис. 1. Работа приложения «Атомы_AR»

На экране видны электронные слои атомов, его энергетические уровни, количество электронов на них и электронная формула этого элемента. Использование приложения «Атомы_AR» не требует приобретения дополнительных инструментов, таких как шлем или очки виртуальной реальности. Чтобы начать работать с ним, нужно распечатать метку, скачать приложение на свой телефон и при необходимости навести телефон на метку, нажать на нужный химический элемент и рассмотреть строение его электронной оболочки.

На формирующем этапе были разработаны методические рекомендации для учителей информатики по подготовке и сопровождению школьных проектов. На первом занятии учитель знакомит обучающихся с известными платформами для создания мобильных приложений с дополненной реальностью: Unity, Vuforia, EV Toolbox, ARKit, ARLOOPA, Quiver — 3D Coloring, Web AR, — обращая внимание обучающихся на возможности этих платформ для решения определенных задач: создание обучающей игры, учебного приложения, дополнение текста учебника новым контентом и т. п.

¹ Сазонов, Н. (Разработчик) (н. д.). Атомы_AR: видеоприложение. Длительность: 1:11. Яндекс.Диск. URL: <https://disk.yandex.ru/i/Fg2Kgvs75vIkAQ> (дата обращения: 20.05.2022).

После такой презентации учащиеся самостоятельно выбирают себе платформу для будущего приложения и начинают его разрабатывать. Для этого им необходимо хорошо изучить сам учебный материал и понять, какие трудности в ходе изучения могут быть и как дополненная реальность может в этом помочь. При выполнении проекта выясняется необходимость использования других программ, например Photoshop, для рисования определенных объектов. После создания продукта необходимо провести эксперимент, для этого показать мобильное приложение одноклассникам в рамках соответствующего урока, получение результатов эксперимента, улучшение продукта проектной деятельности с учетом замечаний и дополнений.

В ходе контрольного этапа были выявлены трудности в создании мобильного приложения: **временные** (изучение платформы, ее возможностей, изучение сложной темы школьного курса, выяснение того, как может помочь дополненная реальность в изучении определенной темы), **технические** (созданное мобильное приложение для андроида работает, а, например, для айфона — нет). Однако учащиеся — разработчики мобильного приложения — получили неоценимый опыт. Другие учащиеся — одноклассники — реально увидели возможности созданного приложения, и у некоторых из них появилась мотивация создать что-то подобное самим.

Заключение

Дополненная реальность открывает новые возможности для изучения теории и отработки практики. Виртуальные образы делают учебный материал более наглядным, ярким и запоминающимся, улучшают усвояемость материала, развивают креативность и критическое мышление. Проектные работы обучающихся показывают их заинтересованность в создании приложений с дополненной реальностью, школьники-разработчики получают навыки работы с передовыми информационными технологиями, визуальным программированием, а созданные ими приложения интересны сверстникам и школьным учителям при изучении сложных тем школьного курса. Следовательно, есть широкие возможности для дальнейшей работы в школе в этом направлении.

Список источников

1. Григорьев, С. Г., Родионов, М. А., Кочеткова, О. А. (2021). Образовательные возможности технологий дополненной и виртуальной реальности. *Информатика и образование*, 10(329), 43–56. DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-10-43-562

2. Гриншкун, А. В., Левченко, И. В. (2017). Возможные подходы к созданию и использованию визуальных средств обучения информатике с помощью технологии дополненной реальности в основной школе. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Информатизация образования»*, 14(3), 267–272. DOI: 10.22363/2312-8631-2017-14-3-267-2723

3. Ефименко, С. М., Пасынков, Д. А. (2017). Технология дополненной реальности как средство поддержки образовательного процесса. *Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации*, 1, 407–413.
4. Дюличева, Ю. Ю. (2020). Применение технологии дополненной реальности для повышения эффективности преподавания. *Информатика в школе*, 3(156), 37–46. DOI: 10.32517/2221-1993-2020-19-3-37-46
5. Азевич, А. И. (2022). Дидактический потенциал технологий виртуальной реальности и дополненной виртуальности. *Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования»*, 2(60), 7–17. DOI: 10.25688/2072-9014.2022.60.2.01

References

1. Grigoriev, S. G., Rodionov, M. A., & Kochetkova, O. A. (2021). Educational opportunities of augmented and virtual reality technologies. *Informatics and education*, 10(329), 43–56. (In Russ.). <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2021-36-10-43-56>
2. Grynshkun, A. V., & Levchenko, I. V. (2017). Possible approaches to the creation and use of visual means of teaching computer science using augmented reality technology in primary school. *RUDN Journal of Informatization in Education*, 3, 267–272. (In Russ.). <https://doi.org/10.22363/2312-8631-2017-14-3-267-272>
3. Efimenko, S. M. (2017) Augmented reality technology as a means of supporting the educational process. *Problems of quality of graphic training of students at a technical university: traditions and innovations*, 1, 407–413. (In Russ.).
4. Dyulichева, Yu. Yu. (2020). The use of augmented reality technology to improve the effectiveness of teaching. *Informatics at school*, 3(156), 37–46. (In Russ.). <https://doi.org/10.32517/2221-1993-2020-19-3-37-46>
5. Azevich, A. I. (2022). Didactic potential of virtual reality and augmented virtuality technologies. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*, 2(60), 7–17. (In Russ.). <https://doi.org/10.25688/2072-9014.2022.60.2.01>

Статья поступила в редакцию: 15.06.2022;
одобрена после рецензирования: 04.08.2022;
принята к публикации: 02.09.2022.

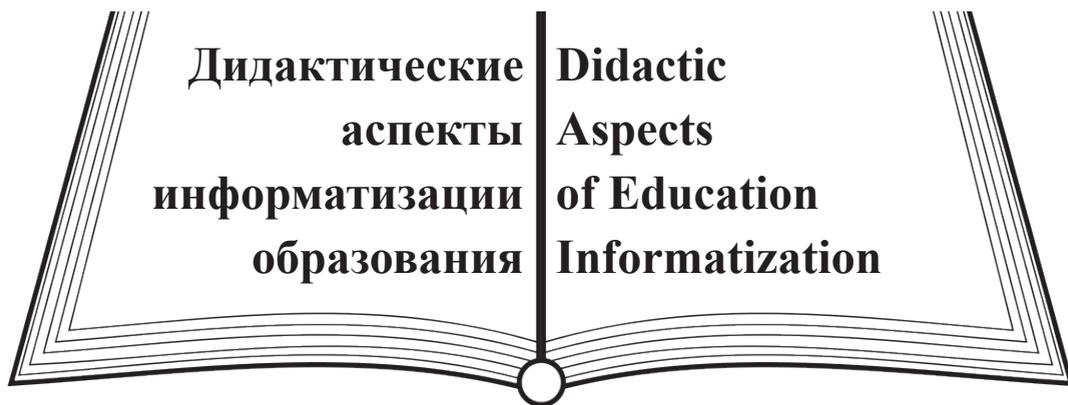
The article was submitted: 15.06.2022;
approved after reviewing: 04.08.2022;
accepted for publication: 02.09.2022.

Информация об авторе:

Елена Викторовна Трепакова — кандидат педагогических наук, доцент кафедры компьютерных технологий и информатизации образования, Курский государственный университет, Курск, Россия,
trepakova_elena@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4215-4935>

Information about author:

Elena V. Trepakova — Candidate of Pedagogical Science, Assistant professor of the Department of Computer Technology and Informatization of Education, Kursk City University, Kursk, Russia,
trepakova_elena@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4215-4935>



Научная статья

УДК 004.9

DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.03

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ФАКТОРНОГО И КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА В ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

Андрей Игоревич Каптерев¹ ✉,
Оксана Николаевна Ромашкова²,
Сергей Васильевич Чискидов³

¹ Московский городской педагогический университет, Москва, Россия
kapterevai@mgpu.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0002-2556-8028>

² Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ,
Москва, Россия
ox-rom@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1646-8527>

³ Московский городской педагогический университет, Москва, Россия
chiskidovsv@mgpu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1760-042X>

Аннотация. Одной из основных задач любой науки является разработка систем классификации, или таксономии, изучаемых явлений. Это является частью сохраняющегося интереса к развитию кластеров деятельности. Однако вполне вероятно, что система, которая подходила бы для всех пользователей, никогда не будет разработана. В отличие от биологических видов или химических соединений, кластеризация социальной деятельности остается многофакторной проблемой. Любая таксономия в педагогике основана на теориях и моделях, разделяемых исследователем, а также на гипотезах, которые он верифицирует. Концепция кластерного анализа деятельности была разработана в ответ на потребность выявить закономерности в огромном разнообразии доступных людям видов деятельности. Например, руководитель образовательной организации (ОО) или аналитик может сравнить виды деятельности,

применяемые на конкретном объекте, с выделением полного спектра видов деятельности, обобщенным перечнем кластеров видов деятельности, чтобы выявить структурную зависимость и любые пробелы. Таксономия педагогической деятельности, основанная на кластерном анализе, может быть использована руководителями ОО для представления и описания возможных социальных эффектов и рисков. В связи с этим *цель исследования* — выявление возможностей применения факторного и кластерного анализа в цифровой трансформации образования. *Задачи исследования*: 1) проанализировать зарубежный опыт применения факторного и кластерного анализа в социально-гуманитарных исследованиях; 2) проанализировать отечественный опыт применения факторного и кластерного анализа в педагогических исследованиях; 3) описать опыт авторского факторного анализа социальной эффективности и выявления социальных рисков реформирования системы общего образования; 4) показать перспективы и возможности применения подобных методов в цифровой трансформации образования.

Ключевые слова: цифровая трансформация образования; факторный анализ; кластерный анализ; социальные риски.

Original article

UDC 004.9

DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.03

EXPERIENCE IN THE APPLICATION OF FACTOR AND CLUSTER ANALYSIS IN THE DIGITAL TRANSFORMATION OF EDUCATION

Andrey I. Kapterev¹ ✉,
Oxana N. Romashkova,²
Sergey V. Chiskidov³

¹ Moscow City University, Moscow, Russia,
kapterevai@mgpu.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0002-2556-8028>

² The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia,
ox-rom@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1646-8527>

³ Moscow City University, Moscow, Russia,
chiskidovsv@mgpu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1760-042X>

Abstract. The development of classification systems or taxonomy of the studied phenomena is one of the main tasks of any science. This is part of the continuing interest in the development of clusters of activities. However, it is likely but no system suitable for all users will ever be developed. Unlike biological species or chemical compounds, clustering of social activity remains a multifactorial problem. Any taxonomy in pedagogy is based on theories and models shared by the researcher, as well as hypotheses that he verifies. The concept of cluster activity analysis was developed in response to the need to identify patterns in the huge variety of activities available to people. For example, the head of an educational organization (schools, HEI) or an analyst can compare the types

of activities used at a particular facility with the allocation of a full range of activities, a generalized list of clusters of activities to identify structural dependence and any gaps. The taxonomy of pedagogical activity based on cluster analysis can be used by educational managers to represent and describe possible social effects and risks. In this regard, *the purpose of the study* is to identify the possibilities of applying factor and cluster analysis in the digital transformation of education. *Research objectives*: 1) to analyze the foreign experience of using factor and cluster analysis in socio-humanitarian research; 2) to analyze the domestic experience of using factor and cluster analysis in pedagogical research; 3) to describe the experience of the author's factor analysis of social risks of reforming the system of general education; 4) to show the prospects and possibilities of using such methods in the digital transformation of education.

Keywords: digital transformation of education; factor analysis; cluster analysis; social risks.

Для цитирования: Каптерев, А. И., Ромашкова, О. Н., Чискидов, С. В. (2022). Опыт применения факторного и кластерного анализа в цифровой трансформации образования. *Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования»*, 4(62), 29–43. DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.03

For citation: Kapterev, A. I., Romashkova, O. N., & Chiskidov, S. V. (2022). Experience in the Application of Factor and Cluster Analysis in the Digital Transformation of Education. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*, 4(62), 29–43. <https://doi.org/10.25688/2072-9014.2022.62.4.03>

Введение

Одну из первых попыток сформулировать классификационную схему социальной деятельности предпринял Себастьян де Грация [1], предложив классифицировать все виды деятельности исходя из шести полярных измерений: активная/пассивная, участник/посредник, одиночная/групповая, в помещении / на открытом воздухе, дома/на улице, а также для сидячего образа жизни / на ногах.

Однако данная система классификации была основана не на объективном анализе моделей деятельности, а на интуиции автора. Несмотря на потенциальные недостатки в схемах классификации, разработанных субъективно, это раннее предложение способствовало последующему количественному анализу для разработки новых и объективных схем.

Примерно в то же время было проведено одно из первых количественных исследований кластеров деятельности — исследование Чарльза Проктора для Комиссии по обзору ресурсов для отдыха на свежем воздухе. Исследовательский проект Ч. Проктора стал архетипом для одного из двух основных методологических проектов, связанных с изучением кластеров деятельности, — «анализ участия» [2]. Его основной подход состоял в том, чтобы провести опрос выборки любителей активного отдыха, чтобы определить частоту участия в ряде заранее выбранных мероприятий. Затем данные об участии

были подвергнуты факторному анализу для определения ряда измерений, составленных по нескольким видам деятельности. Затем он изучил названия этих видов деятельности и предложил обозначение для каждого кластера видов деятельности, связанных с каждым измерением.

Ч. Проктор получил данные в ходе общенационального опроса более 3600 американцев, посвященного отдыху. Было указано пятнадцать мероприятий на свежем воздухе, и получены данные о частоте участия для каждого респондента. Факторный анализ данных позволил получить четыре кластера, которые Проктор определил как отдых на воде, пассивный отдых, отдых в лесу и активный отдых.

Методы исследования

Последующие авторы придерживались того же общего замысла с различными акцентами в каждом исследовании. Дойл Бишоп [3], например, проанализировал модели участия взрослых в четырех сообществах, чтобы изучить стабильность факторной структуры в различных социальных условиях. Питер Витт [4] провел соответствующий анализ в этих сообществах, сосредоточив внимание на подростковых моделях. Другие авторы экспериментировали с различными статистическими процедурами. Томас Бертон применял факторный анализ и кластерный анализ для моделирования типов досугового поведения [5]. Роберт Диттон, Томас Гудейл и Пер Джонсен [6] изучали влияние включения переменных окружающей среды на участие в деятельности. Лоуренс Аллен, Морин Доннелли и Дональд Уордер исследовали стабильность кластеров активности людей в зависимости от сезонов [7].

Еще одна критика использования данных о кластерах деятельности заключается в том, что показатели участия необязательно отражают только предпочтения отдельных лиц в различных видах деятельности; они также отражают возможности для участия. Низкое участие в какой-либо деятельности определенной группы может быть связано либо с отсутствием интереса, либо с отсутствием возможности (с барьерами). Другие исследователи предложили использовать данные об отношении или восприятии в качестве основы для определения кластеров. Этот подход можно назвать анализом высказываний.

Одними из первых исследователей, экспериментировавших с высказываниями, были Джон Нойлингер и Миранда Брейт. Они изучили отношение группы респондентов к выбранным видам деятельности, независимо от их собственной истории участия; затем оценки отношения были проанализированы и интерпретированы в сравнении с группой участников.

Вариации в этом подходе включали анализ воспринимаемого сходства видов деятельности, а не какие-либо поведенческие или психологические оценки деятельности [2]. Борис Беккер [8] исследовал использование многомерного

масштабирования в качестве альтернативы факторному анализу информации о досуговой активности. Говард Тинсли и Томас Джонсон [9] экспериментировали с использованием разнообразных видов досуга и занятий, чтобы разработать таксономию досуга.

Одним из наиболее основных возражений против использования психологических данных при определении кластеров деятельности является вопрос о том, можно ли достоверно установить прямую связь между показателями отношения и реальными моделями поведения [8]. В последнее время несколько исследователей начали систематически изучать сильные и слабые стороны разных исследовательских проектов. Они собрали данные как об участии, так и о восприятии одних и тех же видов деятельности от одних и тех же групп респондентов. Их результаты показывают, что аналогичные, но не идентичные кластеры активности определяются с помощью любого подхода [10; 11; 12].

Хотя большая часть работы, проведенной по определению кластеров деятельности, и связана либо с факторами «анализ участия», либо с факторами «анализ отношения», но другие авторы предложили кластеры деятельности, основанные на других схемах. Макс Каплан [13] представил субъективно определенный тип социальной деятельности, основанный на социально-психологических концепциях. Эта типология, приписываемая Яффе Маздье М. Капланом, основана на пяти основных видах деятельности: физическая активность, интеллектуальная деятельность, художественная деятельность, общественная деятельность и практическая деятельность. Затем каждый из видов делится на две подкатегории.

Полученные десять кластеров были использованы в качестве системы классификации для исследования досугового поведения жителей семи стран. Майкл и Холли Чабб [14] описывают систему классификации видов деятельности, основанную на типах ресурсов, используемых в связи с различными видами деятельности. Эта система начинается с разделения видов деятельности в зависимости от того, связаны ли они с сушей, водой и береговыми линиями или льдом и снегом. Затем каждая категория делится на виды деятельности по интенсивному использованию и виды деятельности по экстенсивному использованию.

Некоторые из этих видов дополнительно подразделяются в соответствии с более конкретными критериями. Например, обширная деятельность на суше делится на три подкатегории в зависимости от того, используется ли необходимая техника, используются ли природные ресурсы, или ни то, ни другое. Этот тип классификации может быть полезен для планирования распределения и использования ресурсов, но менее актуален, когда основное внимание уделяется планированию человеческих ресурсов. Кроме того, некоторые виды деятельности могут включать в себя комбинации ресурсов, которые нелегко учесть в этой системе.

Результаты исследования

В отечественной педагогической науке количественный и, в частности, кластерный анализ также широко используется как самостоятельно, так и в сочетании с другими методами. Например, О. В. Федоров и Н. И. Болгаров обосновали необходимость использования кластерного анализа в исследовании рисков инновационной деятельности [15]. А. В. Меликян применил данный метод в анализе российских вузов на основе динамики показателей их деятельности [16]. А. И. Каптерев применил кластерный и факторный анализ, обосновывая методологические и теоретические основания профессионализации библиотечных специалистов почти 30 лет назад [17]. С. В. Видов, М. И. Купцов и В. В. Теняев использовали кластерный анализ, изучая мотивацию к педагогической деятельности преподавателей вузов [18]. Но чаще кластерный анализ используется в составе других методов, в том числе в моделировании нейронных сетей, интеллектуальном анализе данных [19] и др.

Авторами данной статьи [20] построена модель прогнозирования рейтинговой оценки вуза на основе нейронной сети. Авторами описана методика моделирования, настройка параметров сети, приведены результаты моделирования. Обоснована возможность применения прогнозной модели или методики ее построения для самостоятельного исследования. Объектом исследования являются показатели деятельности российских университетов. Предметом исследования является процесс прогнозирования рейтинга вуза. Цель исследования — методологические аспекты построения нейросетевой модели прогнозирования рейтинговой оценки вуза с помощью инструментальных средств — пакета SPSS.

Задачей авторов работы [21] было ранжирование факторов, которые используются для оценки рейтинга структурных подразделений университета. Авторами определены и описаны этапы ранжирования. Проведен статистический анализ данных структурных подразделений МГПУ и РУДН. Значимые факторы отбирались на данных МГПУ и РУДН по отдельности, а затем сравнивались. Предложен результирующий числовой показатель оценки структурных подразделений.

С помощью корреляционного анализа данные сначала были систематизированы и выявлены внутренние связи. Далее по корреляционной матрице проведен анализ мультиколлинеарности векторов. В результате исследования выбраны значимые факторы, влияющие на рейтинг структурного подразделения. Интерпретация параметров модели показала, что увеличение на единицу такого параметра, как «Отношение количества защитившихся соискателей и аспирантов к количеству выпускников», приводит к увеличению «рейтинга соответствующего подразделения вуза» в среднем на 0,696 единицы измерения.

Такой анализ проведен по каждому показателю работы подразделений, которые участвуют в общей оценке деятельности университета. Наибольшее влияние на рейтинговую оценку подразделения оказывает среднее значение

индекса Хирша. Проверка модели проводилась с использованием показателей структурных подразделений РУДН. Наиболее весомый вклад в модель дает параметр «Количество публикаций НПП, в журналах, входящих в перечень ВАК». Этот фактор сравним со значимым фактором регрессионной модели по показателям МГПУ (среднее значение индекса Хирша). Сравнивая результаты анализа структурных подразделений различных вузов, можно сделать выводы о том, что факторы, оказывающие соответственно наибольшее и наименьшее влияние, совпадают. Построенный критерий был применен для разбиения кафедр РУДН на две группы: эффективные и неэффективные.

С использованием традиционных методик, применяемых в теории графов, авторами работы [22] разработана математическая модель модернизированной (усовершенствованной с учетом современного состояния образовательной сферы) управленческой структуры образовательной системы (ОС), цель создания которой заключается в сокращении затрат различных видов ресурсов при слиянии разнородных организаций и предприятий сферы образования в территориальный образовательный комплекс (ОК). Выполнен анализ методов создания и проведения реорганизации структур управления ОС. С учетом принципов процессного подхода к созданию организационных структур разработана матричная организационная структура созданного в результате проведения реформы системы образования ОК. Создана математическая графовая модель, с помощью которой с применением волнового алгоритма можно определить оптимальный план, позволяющий свести к минимуму финансовые затраты на управление при объединении разнородных образовательных организаций в единую ОС. Данная задача может решаться традиционными методами теории графов для каждого конкретного случая.

В работе [23] определены критерии и их показатели, используемые для оценки эффективности интеллектуальных систем поддержки принятия решений (ИСППР) в технологических процессах анализа больших массивов электронных данных (Big Data) образовательной сферы. При этом критерии и показатели критериев приведены в рамках трехуровневой иерархической структуры, включающей информационный процесс (верхний уровень), ИСППР (средний уровень) и хранилище данных ИСППР (нижний уровень). Представлены подходы к определению оперативности функционирования и загруженности ресурсов ИСППР, а также производительности таких ИСППР по задачам анализа данных, выполняемого с применением моделей машинного обучения.

В последнее время кластерный и факторный анализ активно применяются в рамках PEST-анализа педагогических явлений и процессов (P — политика и право, E — экономика, S — общество, T — информационные технологии). Для анализа социальной эффективности и выявления социальных рисков реформирования системы общего образования А. И. Каптерев проследил соответствие метанорм НПА и показателей общественного мнения стейкхолдеров по отношению к реализации на практике выявленных им метанорм. Для этого были применены инструменты PEST-анализа.

PEST-анализ позволяет эффективно организовать стратегическое планирование и руководство процессом принятия стратегических решений, формируя понимание о том, как необходимо реагировать на определенные события в будущем и корректировать траекторию развития.

PEST-анализ фокусируется на внешних воздействиях и влиянии, которое они могут оказать на конкретную компанию, страну или сектор. В связи с этим возможность применения PEST-анализа для исследования образовательной политики объясняется тем, что она постоянно находится под влиянием ряда факторов, сгруппировав которые в политические, экономические, социокультурные и технологические, можно комплексно оценить такое влияние на систему образования в целом в ее самых разнообразных проявлениях.

Потенциальные преимущества применения данного метода — достижение положительного согласования с внешними силами, которые в нашем исследовании представлены метанормами НПА.

Главным основанием для анализа эффективности действия метанорм стали результаты анкетирования основных субъектов образовательного пространства, называемых нами стейкхолдерами. При этом в анализе собранной социологической информации учитывались в первую очередь те критерии, которые стали приоритетными для всех участников образовательного пространства.

Выявленные с учетом вышесказанного социальные эффекты действия метанорм в системе общего образования отражены в таблице 1.

Таблица 1

**PEST-анализ эффективности действия метанорм
в системе общего образования**

Р: Политико-правовые эффекты	Е: Экономические эффекты
<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокий уровень региональной поддержки образования. 2. Создание и развитие в общеобразовательных учреждениях общественно-государственных форм управления. 3. Поддержка молодых педагогов со стороны Департамента образования и науки г. Москвы. 4. Создание оптимальных условий для обеспечения доступного, качественного среднего образования для всех слоев населения области вне зависимости от доходов. 5. Возможность учителям бесплатно повышать уровень своей квалификации, участие педагогических работников в научной деятельности. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Спад в экономике РФ вследствие пандемии. 2. Рост инфляции. 3. Падение платежеспособного спроса населения. 4. Аттестация руководителей ОО и лиц, претендующих на занятие данных должностей. 5. Завершение перехода к нормативно-подушевому механизму оплаты услуг в сфере общего образования. 6. Наличие пилотных школ нового типа с привлечением негосударственных средств. 7. Внедрение системы оценки качества общего образования на основе практики международных исследований качества подготовки обучающихся

<p>6. Модернизация системы общего образования путем создания эффективных механизмов обновления качества общего образования, внедрения федеральных государственных образовательных стандартов нового поколения для всех его уровней.</p> <p>7. Вариативность образовательных программ, обеспечивающих индивидуализацию образования, личностно ориентированное обучение и воспитание.</p> <p>8. Вовлечение всех участников системы образования (обучающиеся, педагоги, родители (законные представители), работодатели и представители общественных объединений) в развитие системы общего образования.</p> <p>9. Учет потребностей и возможностей детей различных категорий, в том числе детей с ограниченными возможностями здоровья.</p> <p>10. Привлечение в качестве наставников преподавателей вузов, работников научных организаций, представителей предприятий реального сектора экономики, деятелей культуры, искусства, спортсменов</p>	
<p>С: Социокультурные эффекты</p> <p>1. Высокий уровень образования населения.</p> <p>2. Расширение профильного образования в старшей школе.</p> <p>3. Рост числа негосударственных образовательных организаций.</p> <p>4. Поддержка опережающего развития областей потенциального лидерства (математическое образование, обучение чтению).</p> <p>5. Внедрение результатов НИР в систему общего и дополнительного образования.</p> <p>6. Воспитание бережного отношения к историческому и культурному наследию народов России.</p>	<p>Т: Технологические эффекты</p> <p>1. Переход на новые образовательные стандарты.</p> <p>2. Создание профилей цифровых компетенций для обучающихся, педагогов и административно-управленческого персонала.</p> <p>3. Формирование в школах высокотехнологической среды для преподавания (высокоскоростной интернет, цифровые ресурсы нового поколения, виртуальные учебные лаборатории и др.) и управления (электронный документооборот, порталы знаний и др.).</p> <p>4. Влияние ИКТ и педтехнологий на психическое здоровье детей, на их интеллектуальные способности,</p>

<p>7. Формирование национальной и религиозной терпимости, уважительного отношения к языкам, традициям и культуре других народов.</p> <p>8. Формирование у школьников трудовой мотивации, активной жизненной и ранней профессиональной ориентации обучающихся.</p> <p>9. Воспитание здорового образа жизни, развитие детского и юношеского спорта.</p> <p>10. Противодействие негативным социальным процессам.</p> <p>11. Экологическое воспитание, формирующее бережное отношение населения к природе</p>	<p>эмоциональное развитие и формирование личности.</p> <p>5. Рост числа ОО, реализующих общеобразовательные программы в сетевой форме.</p> <p>6. Практика использования дистанционных технологий для реализации дополнительных общеобразовательных программ.</p> <p>7. Модернизация инфраструктуры системы дополнительного образования детей и повышение ее доступности.</p> <p>8. Интеграция актуальных региональных информационных ресурсов с федеральной информационно-сервисной платформой цифровой образовательной среды</p>
---	---

Детальный анализ результатов исследования отражен в монографии А. И. Каптерева [24] и на сайте [25], где размещена тепловая карта визуализации социальных рисков в системе общего образования Москвы.

Заключение

В департаменте информатизации образования Института цифрового образования Московского городского педагогического университета постоянно ведется работа по использованию факторного, кластерного анализа и других цифровых технологий в информатизации образовательных процессов.

В другом проекте А. И. Каптерева — «ПРОФСИЛА: профориентационная система логических альтернатив» [26] — используется математическая модель, реализованная в виде гибридной продукционной нейро-нечеткой системы. Это искусственная нейронная сеть в виде многослойного персептрона, который эмулирует нечеткую продукционную систему. Для перехода от словесного описания к численным показателям использован аппарат нечеткой логики. Данный подход позволяет оценить результаты тестирования. Блок результатов тестирования включает в себя результаты тестов (с 1-го по 11-й этап), получаемые оптантом непосредственно в ходе тестирования, представленные в виде таблицы и лепестковых диаграмм, предоставляемых системой в электронном виде для конкретного оптанта.

Еще одним примером описания цифровой трансформации образования стала работа В. В. Гриншуна и А. А. Заславского [27], в которой рассматривается отечественный и зарубежный опыт организации образовательного

процесса на базе применения технологий информатизации для построения индивидуальных образовательных траекторий и представлены результаты анализа организации образовательного процесса во Франции, Америке, Японии, Финляндии, разных регионах России.

Список источников

1. De Grazia, S. (1962). *An introductory, near-encyclopedic text for recreation studies. Of Time, Work, and Leisure*. New York: Doubleday Anchor.
2. Proctor, C. (1962). Appendix A. In *National Recreation Survey, ORRRC Study, report 19*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
3. Bishop, D. (1970). Stability of the Factor Structure of Leisure Behavior. Analysis of Four Communities. *Journal of Leisure Research*, 2, 160–170.
4. Witt, P. (1971). Factor Structure of Leisure Behavior for High School Age Youth in Three Communities. *Journal of Leisure Research*, 3(4), 213–219.
5. Burton, T. (1971). Identification of Recreation Types through Cluster Analysis. *Society and Leisure*, 1, 47–65.
6. Ditton, R., Goodale, T., Johnsen, P. (1975). A Cluster Analysis of Activity, Frequency, and Environmental Variables to Identify Water-Based Recreation Types. *Journal of Leisure Research*, 7, 282–295.
7. Allen, L., Donnelly, M., Warder, D. (1984). The Stability of Leisure Factor Structures Across Time. *Leisure Sciences*, 6, 221–238.
8. Becker, B. (1976). Perceived Similarities among Recreational Activities. *Journal of Leisure Research*, 8, 112–122.
9. Tinsley, H., Johnson, T. (1984). A Preliminary Taxonomy of Leisure Activities. *Journal of Leisure Research*, 16, 234–244.
10. Chase, D., Cheek, N. (1979). Activity Preferences and Participation: Conclusions from a Factor Analytic Study. *Journal of Leisure Research*, 11, 92–101.
11. Duncan, D. (1978). Leisure Types: Factor Analyses of Leisure Profiles. *Journal of Leisure Research*, 10, 113–115.
12. Allen, L., Buchanan T. (1982). Techniques for Comparing Leisure Classification Systems. *Journal of Leisure Research*, 14, 307–322.
13. Kaplan, M. (1960). *Leisure in America: A Social Inquiry*. New York: Doubleday.
14. Chubb, M., Chubb, H. (1981). *One Third of our Time?* New York: Wiley.
15. Федоров, О. В., Болгаров, Н. И. (2009). *Кластерный анализ и риски инновационной деятельности*. Монография. Москва: Кнорус. 157 с.
16. Меликян, А. В. (2021). Кластерный анализ российских вузов на основе динамики показателей их деятельности. *Вопросы статистики*, 28, 5, 58–68. DOI: 10.34023/2313-6383-2021-28-5-58-68
17. Каптерев, А. И. (1994). *Методологические и теоретические основания профессионализации библиотечных специалистов*. Автореферат диссертации ... д-ра пед. наук. Москва. 44 с.
18. Видов, С. В., Купцов, М. И., Теняев, В. В. (2017). Кластерный анализ мотивации к педагогической деятельности преподавателей вузов. *Успехи современной науки и образования*, 1, 4, 101–104.
19. Гущина, О. М., Очеповский, А. В. (2020). Интеллектуальный анализ данных в изучении учебного поведения студентов в системе электронного обучения.

Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн. Материалы VI Международной научно-практической конференции, г. Тамбов, 16–18 октября 2019 г. (с. 257–264). Тамбов: Тамбовский государственный технический университет.

20. Ромашкова, О. Н., Пономарева, Л. А., Василюк, И. П. (2018). Применение информационных технологий для анализа показателей рейтинговой оценки вуза. *Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологичных систем*. Материалы Всероссийской конференции с международным участием, г. Москва, 16–20 апреля 2018 г. (с. 65–68). Москва: РУДН.

21. Ромашкова, О. Н., Пономарева, Л. А., Василюк, И. П. (2018). Линейное ранжирование показателей оценки деятельности вуза. *Современные информационные технологии и ИТ-образование*, 14, 1, 245–255.

22. Ермакова, Т. Н., Ромашкова, О. Н., Пономарева, Л. А. (2019). Модернизированная структура управления образовательной системой. *Вестник Брянского государственного технического университета*, 6(79), 84–91.

23. Федин, Ф. О., Чискидов, С. В., Павличева, Е. Н. (2019). Оценка эффективности применения интеллектуальных систем поддержки принятия решений в технологических процессах анализа больших данных. *Информационные ресурсы России*, 6(172), 33–39.

24. Каптерев, А. И. (2022). *Социальные эффекты и риски реформы общего образования*. Москва: Book-expert. 281 с.

25. Каптерев, А. И. (2021, 21 сентября). Виртуальная лаборатория ШИВА: Школьные Инновации и Визуальная Аналитика. *Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ*. Номер свидетельства: RU 2021665193. Патентное ведомство: Россия. Год публикации: 2021. Номер заявки: 2021664368. Дата регистрации: 14.09.2021. Дата публикации: 21.09.2021.

26. Каптерев, А. И. (2017, 11 июля). Система дистанционного профориентационного тестирования старших школьников «ПРОФСИЛА». *Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ*. Номер свидетельства: 2017617742. Патентное ведомство: Россия. Год публикации: 2017. Номер заявки: 2017614461. Дата регистрации: 16.05.2017. Дата публикации: 11.07.2017.

27. Гриншкун, В. В., Заславский, А. А. (2020). Отечественный и зарубежный опыт организации образовательного процесса на основе построения индивидуальных образовательных траекторий. *Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования»*, 1(51), 8–15. DOI: 10.25688/2072-9014.2020.51.1.01

References

1. De Grazia, S. (1962). *An introductory, near-encyclopedic text for recreation studies. Of Time, Work, and Leisure*. New York: Doubleday Anchor.
2. Proctor, C. (1962). Appendix A. In *National Recreation Survey, ORRRC Study, report 19*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
3. Bishop, D. (1970). Stability of the Factor Structure of Leisure Behavior. Analysis of Four Communities. *Journal of Leisure Research*, 2, 160–170.
4. Witt, P. (1971). Factor Structure of Leisure Behavior for High School Age Youth in Three Communities. *Journal of Leisure Research*, 3(4), 213–219.
5. Burton, T. (1971). Identification of Recreation Types through Cluster Analysis. *Society and Leisure*, 1, 47–65.

6. Ditton, R., Goodale, T., Johnsen, P. (1975). A Cluster Analysis of Activity, Frequency, and Environmental Variables to Identify Water-Based Recreation Types. *Journal of Leisure Research*, 7, 282–295.
7. Allen, L., Donnelly, M., Warder, D. (1984). The Stability of Leisure Factor Structures Across Time. *Leisure Sciences*, 6, 221–238.
8. Becker, B. (1976). Perceived Similarities among Recreational Activities. *Journal of Leisure Research*, 8, 112–122.
9. Tinsley, H., Johnson, T. (1984). A Preliminary Taxonomy of Leisure Activities. *Journal of Leisure Research*, 16, 234–244.
10. Chase, D., Cheek, N. (1979). Activity Preferences and Participation: Conclusions from a Factor Analytic Study. *Journal of Leisure Research*, 11, 92–101.
11. Duncan, D. (1978). Leisure Types: Factor Analyses of Leisure Profiles. *Journal of Leisure Research*, 10, 113–115.
12. Allen, L., Buchanan T. (1982). Techniques for Comparing Leisure Classification Systems. *Journal of Leisure Research*, 14, 307–322.
13. Kaplan, M. (1960). *Leisure in America: A Social Inquiry*. New York: Doubleday.
14. Chubb, M., Chubb, H. (1981). *One Third of our Time?* New York: Wiley.
15. Fedorov, O. V., & Bolgarov, N. I. (2009). *Cluster analysis and risks of innovation activity*. Monograph. Moscow: Knorus, 2009. 157 p. (In Russ.).
16. Melikyan, A. V. (2021). Cluster analysis of Russian universities based on the dynamics of their performance indicators. *Statistical issues*, 28, 5, 58–68. (In Russ.). <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2021-28-5-58-68>
17. Kapterev, A. I. (1994). *Methodological and theoretical foundations of professionalization of library specialists*. Abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Pedagogical Sciences. Moscow. 44 p. (In Russ.).
18. Vidov, S. V., Kuptsov, M. I., & Tenyaev, V. V. (2017). Cluster analysis of motivation for pedagogical activity of university teachers. *Successes of modern science and education*, 1, 4, 101–104. (In Russ.).
19. Guschina, O. M., & Ochepovsky, A. V. (2020). Data mining in the study of students' learning behavior in the e-learning system. *Virtual modeling, prototyping and industrial design*. Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference, Tambov, October 16–18, 2019 (pp. 257–264). Tambov: Tambov State Technical University. (In Russ.).
20. Romashkova, O. N., Ponomareva, L. A., & Vasilyuk, I. P. (2018). Application of information technologies for the analysis of university rating indicators. *Information and telecommunication technologies and mathematical modeling of high-tech systems*. Materials of the All-Russian Conference with international participation, Moscow, April 16–20, 2018 (pp. 65–68). Moscow: Peoples' Friendship University of Russia. (In Russ.).
21. Romashkova, O. N., Ponomareva, L. A., & Vasilyuk, I. P. (2018). Linear ranking of university performance evaluation. *Modern information technologies and IT education*, 14, 1, 245–255. (In Russ.).
22. Ermakova, T. N., Romashkova, O. N., & Ponomareva, L. A. (2019). The modernized management structure of the educational system. *Bulletin of the Bryansk State Technical University*, 6(79), 84–91. (In Russ.).
23. Fedin, F. O., Chiskidov, S. V., & Pavlicheva, E. N. (2019). Evaluation of the effectiveness of the use of intelligent decision support systems in the technological processes of big data analysis. *Information resources of Russia*, 6(172), 33–39. (In Russ.).

24. Kapterev, A. I. (2022). Social effects and risks of general education reform. Moscow: Book-expert. 281 p. (In Russ.).

25. Kapterev, A. I. (2021). SHIVA virtual laboratory: School Innovations and Visual Analytics. *Certificate of state registration of a computer program*. Certificate number: RU 2021665193. Patent Office: Russia. Year of publication: 2021. Application number: 2021664368. Registration date: 14.09.2021. Date of publication: 09.21.2021. (In Russ.).

26. Kapterev, A. I. (2017). System of remote vocational guidance testing of senior schoolchildren «BEGGED». *Certificate of state registration of a computer program*. Certificate number: 2017617742. Patent Office: Russia. Year of publication: 2017. Application number: 2017614461. Registration date: 16.05.2017. Date of publication: 11.07.2017. (In Russ.).

27. Grinshkun, V. V., & Zaslavsky, A. A. (2020). Domestic and foreign experience in the organization of the educational process based on the construction of individual educational trajectories. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education, 1(51)*, 8–15. (In Russ.). <https://doi.org/10.25688/2072-9014.2020.51.1.01>

Статья поступила в редакцию: 15.06.2022;
одобрена после рецензирования: 04.08.2022;
принята к публикации: 02.09.2022.

The article was submitted: 15.06.2022;
approved after reviewing: 04.08.2022;
accepted for publication: 02.09.2022.

Информация об авторах:

Андрей Игоревич Каптерев — доктор социологических наук, доктор педагогических наук, профессор, профессор департамента информатизации образования, Институт цифрового образования, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия,

kapterevai@mgpu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2556-8028>

Оксана Николаевна Ромашкова — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры системного анализа и информатики, Институт экономики, математики и информационных технологий, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, Москва, Россия,

ox-rom@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1646-8527>

Сергей Васильевич Чискидов — кандидат технических наук, доцент, доцент департамента информатизации образования, Институт цифрового образования, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия,

chiskidovsv@mgpu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1760-042X>

Information about authors:

Andrey I. Kapterev — Doctor of Sociological Sciences, Doctor of pedagogical Sciences, full Professor, Professor of the Department of Informatization of Education, Institute of Digital Education, Moscow City University, Moscow, Russia,

kapterevai@mgpu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2556-8028>

Oxana N. Romashkova — Doctor of Technical Sciences, full Professor, Professor of the Department of System Analysis and Informatics, Institute of Economics, Mathematics and Information Technology, the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia,

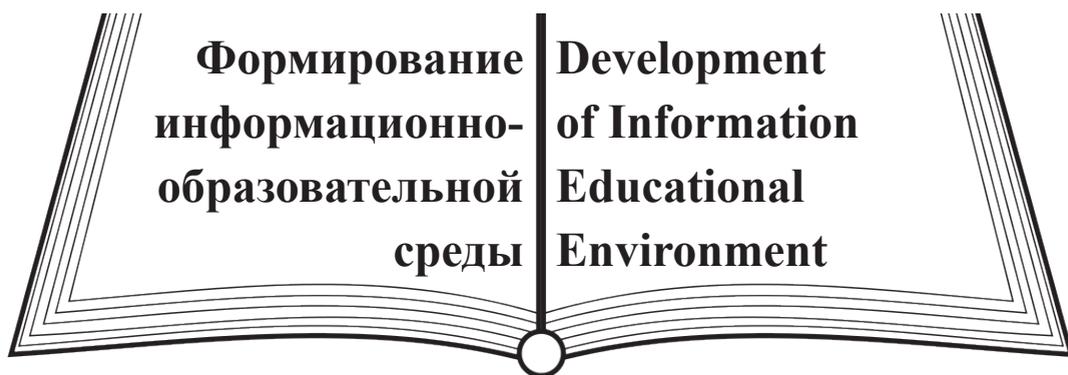
ox-rom@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1646-8527>

Sergey V. Chiskidov — Candidate of Technical Sciences, Docent of the Department of Informatization of Education, Institute of Digital Education, Moscow City University, Moscow, Russia,

chiskidovsv@mgpu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1760-042X>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.



Научная статья

УДК 378.147,37

DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.04

ЦИФРОВОЙ КОНТЕНТ ИСТОРИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО КОМПОНЕНТА ОБУЧЕНИЯ

Юрий Александрович Дробышев¹ ✉,

Ирина Васильевна Дробышева²

^{1,2} Калужский филиал Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, Калуга, Россия,

¹ Drobyshev.yury2011@yandex.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0003-1317-7182>

² Drobysheva2010@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4260-8634>

Аннотация. В статье представлены сайты историко-математической направленности и раскрыта их роль в образовательном процессе. Характеристика каждого сайта включает анализ его структуры (разделов, подразделов) и материалов, размещенных в них. Приведен широкий перечень отечественных и зарубежных сайтов, использование материалов которых целесообразно в учебном процессе и повышает эффективность подготовки учителей к использованию истории математики в обучении учащихся.

Ключевые слова: история математики; математическое образование; сайты историко-математической направленности; информатизация образования.

Original article

UDC 378.147,37

DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.04

DIGITAL CONTENT OF THE HISTORICAL AND MATHEMATICAL COMPONENT OF EDUCATION

Yuri A. Drobyshev¹ ✉,

Irina V. Drobysheva²

^{1,2} Kaluzhsky Branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation, Kaluga, Russia

¹ Drobyshev.yury2011@yandex.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0003-1317-7182>

² Drobysheva2010@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4260-8634>

Abstract. The article presents sites of historical and mathematical orientation and reveals their role in the educational process. The characteristics of each site include an analysis of its structure (sections, subsections) and the materials placed in them. A wide list of domestic and foreign websites is given, the use of materials of which is advisable in the educational process and increases the effectiveness of teacher training to use the history of mathematics in teaching students.

Keywords: history of mathematics; mathematical education; sites of historical and mathematical orientation; informatization of education.

Для цитирования: Дробышев, Ю. А., Дробышева, И. В. (2022). Цифровой контент историко-математического компонента обучения. *Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования»*, 4(62), 44–57. DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.04

For citation: Drobyshev, Y. A., & Drobysheva, I. V. (2022). Digital content of the historical and mathematical component of education. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*, 4(62), 44–57. <https://doi.org/10.25688/2072-9014.2022.62.4.04>

Введение

Развитие системы образования происходит под воздействием ряда социальных и технологических факторов, обусловленных стремительными изменениями современного общества. Одним из таких факторов является Интернет, который предоставляет огромные информационные ресурсы в распоряжение каждому преподавателю и студенту. Но, несмотря на это, для каждого из них остается проблемой, как получить доступ к интересующей информации.

В XXI веке довольно много внимания уделяется проблеме использования истории математики в образовании. Об этом свидетельствует многократное обращение к ней на международных математических конгрессах по математическому образованию, в исследованиях ученых различных стран. Причиной интереса к обозначенной проблеме являются выводы, полученные в ряде

исследований. В частности, установлено, что история математики может выступать в качестве мотивационного фактора; ее использование повышает интерес обучающихся, снижает математическую тревожность, улучшает понимание математических понятий [1–7].

В. В. Бобынин и Д. Е. Смит [8] еще в начале XX века писали о том, что история математики служит своего рода фильтром, позволяющим ясно видеть, что оказалось важным и плодотворным, а что — бесполезным и не заслуживающим внимания, и на основе этого строить процесс обучения.

Дж. Фовель установил, что использование истории на уроках помогает придать математике человеческое лицо, представить темы в учебной программе в логическом порядке, изменить восприятие математики студентами и объяснить роль математики в обществе.

Вследствие возросшей роли истории математики в обучении во многих странах стали включать в программы и школьные учебники элементы истории математики. В связи с этим многие отечественные и зарубежные исследователи [9–14] работают над проблемой включения в содержание курса математики элементов ее истории, обеспечивающих повышение эффективности процесса обучения.

Ряд исследователей — Дж. Барнетт, Дж. Лоддер, Т. Н. Кьельдсен, М. Бломхой (J. Barnett, J. Lodder, T. N. Kjeldsen, M. Blomhøj) — придерживаются мнения Н. Х. Абеля о том, что если кто-то хочет добиться прогресса в математике, то нужно изучать мастеров, а не учеников [15; 16], и при этом предлагают уделять основное внимание изучению процессов, а не продуктов математического творчества. Исходя из этого тезиса, ученые используют оригинальные тексты для развития стратегий обучения и формирования у обучающихся исторической осведомленности, позволяющей ознакомиться с историческим происхождением математических понятий, выявить культурные, социальные условия и традиции, ставшие причиной их возникновения, проследить путь развития. Это, как отмечал А. Пуанкаре, позволит им идти по пути исследователя, чтобы развивать способность интуиции.

Более широкое освещение перспективы истории математики в образовании (НМЕ — History of Mathematics in Education) как исследовательской области значительно стимулировало и усилило международный интерес образовательного сообщества к этой проблеме. Следствием такого всеобъемлющего изучения данной проблемы явилось создание секции «Роль истории математики в математическом образовании» в рамках Международного конгресса по математическому образованию (ICME — International Congress on Mathematical Education) и организации Летнего университета (SU — Summer University) по истории и эпистемологии. На этих площадках обсуждаются различные направления исследования истории математики в образовании [2; 17–19]. В частности, в материалах ICME отмечается необходимость активно использовать возможности Интернета в рамках решения данной проблемы.

Как показали отечественные и международные исследования, несмотря на то что материал по истории математики включен в школьные учебники

и программы, учителя испытывают трудности со сбором учебных материалов (более 50 %) и считают, что на обычных курсах не хватает подготовки (более 78 %). Онлайн-ресурсы помогут не только преодолеть эти трудности, но и предоставят учителям возможность пополнить объем знаний по истории математики, использовать Интернет для проведения исследований. Он позволит учителям найти ответы на вопросы, которые возникают в их практической деятельности, ознакомиться с опытом преподавателей, активно использующих историю математики в процессе обучения, найти единомышленников.

Методы исследования

Мы исходили из того, что для повышения эффективности использования материалов интернет-ресурсов, в том числе историко-математической направленности, необходим навигатор по сайтам, повышающий эффективность поиска. В нашем исследовании поиск сайтов шел по двум направлениям: рассмотрение сайтов международных организаций (BSHM, CERME, NPM, ICME), занимающихся исследованиями по данной проблеме, и анализ публикаций в поисковых системах (Академия Google, Google Scholar), базах данных научного цитирования Web of Science, Scopus, РИНЦ, посвященных использованию сайтов в математическом образовании.

Наша цель состоит в том, чтобы представить и охарактеризовать те сайты, которые могут быть полезны преподавателю в его работе по использованию истории математики в обучении.

Результаты исследования

Свое внимание мы сосредоточили на сайтах, полезных всему математическому сообществу: будущим и действующим учителям, преподавателям высших и средних учебных заведений. При этом мы постарались рассмотреть сайты, которые наиболее популярны как в России, так и за рубежом (Франция, Англия, Испания, США).

Начиная с 1969 года Международная комиссия по математическому образованию один раз в четыре года проводит Международный конгресс по математическому образованию (ICME). На сайте этой организации¹ можно найти материалы международных конгрессов по математическому образованию, секции которого посвящены роли истории математики в математическом образовании и использованию этноматематики. В материалах этих секций раскрыты как теоретические аспекты использования истории математики в математическом

¹ URL: <https://www.mathunion.org/icmi/conferences/icme-international-congress-mathematical-education> (дата обращения: 28.05.2022).

образовании, так и показаны примеры практической реализации этого направления в школьной и вузовской практике преподавания, в подготовке учителей различных стран.

В рамках Международной комиссии по математическому обучению была создана Международная исследовательская группа по отношениям между историей и педагогикой математики, которая занимается координацией исследований в рассматриваемой области. На сайте этой группы² представлены доклады ее участников на различных международных математических конгрессах по математическому образованию (ICME), монографии, подводящие итоги работы в этом направлении за определенный период, а также материалы исследований групп: «Роль истории математики в математическом образовании», «История преподавания и изучения математики» в рамках работы ICME–10, 11, 12, 13. Кроме того, размещены результаты работы групп: «Теория и исследование роли истории в математическом образовании», «История в математическом образовании», — с которыми были ознакомлены участники конгрессов, проводимых Европейским обществом исследований в области математического образования (ESRMU — European Society for Research in Mathematics Education).

На сайте Международной исследовательской группы по отношениям между историей и педагогикой математики также представлены статьи, опубликованные в Информационном бюллетене НРМ. Кроме того, имеется постоянно обновляющийся библиографический обзор литературы, посвященной использованию истории математики в образовании, и перечень актуальных тем для проведения исследований.

Одним из самых больших и старейших ресурсов Интернета по истории математики является шотландский сайт «Архив истории математики Мактьютор» (mathshistory.st-andrews.ac.uk), на котором можно найти исчерпывающую информацию как о биографиях большинства математиков, так и материалы по истории математики. Для практикующих учителей будет полезен сайт «Математика полезна для Вас» (www.mathsisgoodforyou.com), на котором представлены схемы и рабочие листы изучения математики в различных классах с историческим контекстом [20].

Сайт mathdl.maa.org, представляющий профессиональное сообщество преподавателей университетов, колледжей, школ, аспирантов и студентов, которые объединены в Математическую ассоциацию Америки (ММА — Mathematical Association of America), обеспечивает онлайн-ресурсами как преподавателей математики, так и студентов. Для преподавателей полезен раздел Today's Quotation, который содержит ленту времени и расположенные в алфавитном порядке, по фамилиям авторов, цитаты, посвященные математике.

На сайте Mathematical Association of America в разделе SIGMA (Special Interest Groups of the MAA)³ представлены семнадцать специальных групп

² URL: <https://www.clab.edc.uoc.gr/HPM/about%20HPM.htm> (дата обращения: 28.05.2022).

³ URL: <https://www.maa.org/member-communities/sigmaas> (дата обращения: 28.05.2022).

по интересам. Члены сообществ получают доступ к возможностям для создания сетей, профессионального развития и обсуждения вопросов, имеющих отношение к тематике исследований группы, получения экспертной оценки разрабатываемым материалам. Одна из них — НОМ-SIGMA — посвящена истории математики. В ней представлены материалы, которые явились результатом работы преподавателей, входящих в ее состав. Эта группа регулярно проводит конкурсы среди студентов и преподавателей по истории математики. Лучшие работы публикуются в информационном бюллетене, выпускаемом группой.

В разделе «Ресурсы» представлены учебные планы и книги по истории математики, которые должна иметь каждая библиотека. Кроме того, в раздел включен календарь различных семинаров по истории математики.

С 2004 года МАА издает для преподавателей бесплатный онлайн-журнал «Конвергенция»⁴, посвященный использованию истории математики в обучении. Он ориентирован как на учителей старших классов, так и на преподавателей университетов. В нем представлены обзорные статьи об использовании истории математики в образовании, переводы первоисточников, обзоры книг, методические рекомендации, веб-сайты и т. д. Кроме того, журнал включает такие рубрики, как: «Портреты»; «Календарь конференций историко-математической направленности»; «Математики, которые родились сегодня»; «Цитаты». Основные разделы журнала, носящие историко-математическую тематику, — число, исчисление, алгебра, геометрия, тригонометрия, математическое образование.

В США есть страницы студентов, посвященные отдельным вопросам истории математики, — «Женщины-математики», «История равенства», «Математическое путешествие во времени», «Непрерывные дроби». Более подробную информацию можно найти в [21].

С целью популяризации математики Королевское математическое общество Испании разработало портал DivulgaMAT (www.divulgamat.es), на котором в разделе «История математики» представлены биографии выдающихся математиков, показано, как развитие математики связано с разными культурами, приведены наиболее интересные статьи из раздела «История» *La Gaceta*, большое внимание уделено биографиям испанских математиков, даже приведены карикатуры на них и составлен каталог математических авторов Испании XVI и XIX веков.

Во Франции есть две организации, занимающиеся вопросами математического образования: IREM (Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques) (irem.u-paris.fr), объединяющая научно-исследовательские институты в области математического образования, и АРМЕР (Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public de la maternelle à l'université) (www.apmer.fr) — ассоциация французских профессоров

⁴ URL: <https://www.maa.org/press/periodicals/convergence> (дата обращения: 28.05.2022).

математики. У каждой из них есть веб-сайты, на которых представлена история математики и описан опыт использования истории математики в обучении.

На национальном веб-сайте IREM есть страница, посвященная истории и эпистемологии математики. Кроме того, на этом сайте можно найти страницу, на которой размещены результаты работы группы «История математики» организации АРМЕР, в состав которой входят исследователи по использованию истории математики в обучении. На ней представлены ресурсы, которые можно использовать в учебном процессе (домашние задания, слайд-шоу, тексты с вопросами и т. д.), а также ресурсы для расширения знаний по истории математики с использованием различных источников, таких как: статьи, романы, видео, библиография и сайтография.

Кратко охарактеризуем содержание основных разделов презентации группы «История математики».

1. *Ресурсы для преподавания.* Эта страница содержит описания учебных материалов и экспериментальной работы в классе. Также здесь приведен опыт французских преподавателей при изучении различных разделов математики (арифметика, алгебра, геометрия, математический анализ, вероятность и статистика и т. д.) с использованием элементов истории математики.

2. *Ресурсы для развития.* В этом разделе представлены статьи, библиографические ссылки, видеоматериалы, тексты для самосовершенствования по любой математической дисциплине, ссылки на сайты, где можно найти информацию о семинарах, симпозиумах, выставках, ресурсах по истории математики.

Здесь приведены краткие рецензии на книги об истории математики, которые предлагают прочитать члены этой группы. Это такие книги, как «Математика и литература», «Теорема попугая», «Гипатия», «Последняя теорема Ферма», «Дядя Петрос и гипотеза Гольдбаха» и др.

Особо следует выделить сайт Publimath (publimath.univ-irem.fr), на котором можно найти очень много справочных материалов по истории математики, а также резюме и презентации книг по истории математики. С помощью ключевых слов легко найти биографии очень многих математиков, часто сопровождаемые интересными ссылками. Французские преподаватели стремятся использовать любой способ познакомиться с историей математики, в частности они иллюстрируют историю математики с помощью филателии. Кроме того, на этом сайте представлены ссылки на материалы по истории математики для программ различных лет обучения.

Перейдем к рассмотрению отечественных сайтов, содержащих материалы по истории математики.

На сайте под названием «Кроссворд-кафе» (www.c-safe.ru) много полезной информации, которая требуется учителю для урочной и внеурочной деятельности. Здесь в разделах «Календарь», «Биографии» «Статьи о людях» размещен большой материал, посвященный математикам, их жизни и деятельности, а также представлен календарь юбилейных дат по годам. Удобный интерфейс позволяет быстро найти информацию о математиках по разным основаниям:

алфавиту, месту рождения, году и дате рождения, группам. Отдельная группа посвящена французским математикам, их биографиям, афоризмам, которые могут полезны преподавателю на занятиях. С помощью материалов этого сайта легко составлять кроссворды математической направленности.

Ряд отечественных преподавателей создали сайты историко-математической направленности. Наиболее фундаментальный из них — это сайт профессора Ростовского госуниверситета Вячеслава Евгеньевича Пыркова (pyrkov-professor.ru), на котором представлены различные материалы по истории математики: книги по истории математики, истории отечественного математического образования, видеоматериалы, материалы конференций, программы курсов историко-математической направленности и методические рекомендации по их реализации, — а также биография и материалы публикаций знаменитого отечественного методиста-математика Д. Д. Мордухай-Болтовского. Следует признать, что цель, поставленная автором, — создать сайт, который осуществлял бы поддержку изучения курсов историко-математической направленности для будущих и действующих учителей математики, — удачно реализована.

Блог доцента Елабужского института Казанского федерального университета Мансура Файзрахмановича Гильмуллина (history-math.blogspot.ru) содержит подборку статей и научно-исследовательских работ, посвященных истории математики, математическому образованию и методике обучения математике, историко-математической подготовке будущего учителя. Материалы блога полезны учителям математики, студентам, аспирантам и преподавателям вузов, так как здесь размещены: историко-математические проекты; элективные курсы; используемые в школе; выделены основные направления формирования исторического компонента в профессиональной подготовке будущего педагога. Кроме того, в блоге представлен материал о знаменитых отечественных математиках Ленинградского университета, работавших в период Великой Отечественной войны в Елабужском институте, и эпизодах из жизни классиков математики, характеризующих их личностные качества.

Для тех, кто интересуется древнегреческой математикой и использованием работ ученых этой эпохи, следует обратиться к сайту переводчика, поэта и педагога Новосибирского государственного университета Андрея Ивановича Щетникова⁵, на котором можно ознакомиться с переводами античных и современных авторов, посвященных математике и ее истории. Интересны проекты использования работ древнегреческих математиков в образовании, разработанные автором. Для тех, кто интересуется древнегреческими текстами, на этом сайте имеется электронный словарь.

Из отечественных сайтов, на которых размещены книги по истории математики и ее использованию в математическом образовании, следует выделить «Математическое образование»⁶ и [Math.ru](http://math.ru)⁷.

⁵ URL: <http://www.nsu.ru/classics/pythagoras> (дата обращения: 28.05.2022).

⁶ URL: <https://www.mathedu.ru/catalogue/history/histmath/> (дата обращения: 28.05.2022).

⁷ URL: <https://math.ru/history/> (дата обращения: 28.05.2022).

На первом из них представлена учебная и методическая литература, а также авторефераты диссертаций и популярная литература по истории математики. Достоинством этого сайта является то, что он содержит материалы различных конференций, на которых обсуждались вопросы использования истории математики в обучении, и книги, являющиеся библиографической редкостью. Кроме того, здесь размещен архив журнала «Математика в школе» с 1924 г., в котором регулярно печатались статьи, посвященные различным аспектам использования истории математики в обучении.

На сайте Math.ru в разделе, посвященном истории, размещены материалы по истории математики и российского математического образования. Для преподавателей будут полезны материалы раздела «Библиотека». В разделе «Люди» можно найти различные биографические сведения о выдающихся отечественных и зарубежных математиках. Статьи и книги, рассказывающие о жизни и творчестве математиков, собраны в разделе «Исторические сюжеты», а в разделе «Древо Лузина» можно увидеть знаменитое генеалогическое древо школы Николая Николаевича Лузина.

При поиске литературы по истории математики полезно обратиться к интернет-библиотеке МПНЦО (ilib.mcsme.ru), в которой представлены лучшие образцы популярной физико-математической литературы. Кроме того, здесь можно ознакомиться со статьями, опубликованными в сборнике «Математическое просвещение» и журналах «Квант» и «Квантик».

Для учителей будет полезен сайт журнала «Математика. Приложение к газете “Первое сентября”» (mat.1september.ru). В нем, кроме материалов, посвященных практическому опыту использования истории математики в процессе обучения, имеется раздел «Математики-юбиляры», который интересен как преподавателям математики, так и обучающимся.

Современный урок математики невозможно представить без использования цифровых образовательных ресурсов. Среди множества таких мультимедиапродуктов можно выделить учебные фильмы по истории математики, видеоролики. Они дают представление о различных путях, которые привели вчерашних школьников и студентов в мир математики, о самой профессии, об эволюции математики. Их содержание может выступать в качестве мотивационного фактора, способствующего творческой деятельности и положительному отношению к математике. Таким образом, видеоролики позволяют создать учебную среду, которая удовлетворяет интересам и интеллектуальным потребностям учащихся.

На сайте «Репетитор – Математик» (www.repetitor-mathematika.ru) можно найти краткое содержание лучших фильмов о выдающихся математиках и достижениях в области математики. Сами фильмы можно найти и на других сайтах: видеохостинг YouTube (youtube.com), «Математика для ОГЭ» (math4shol.ru), интернет-издание «Мел» (mel.fm), «Видеоуроки в интернет» (videouroki.net).

Особо следует выделить фильм Натальи Дерюгиной «От мостов Кёнигсберга до сборки генома»⁸, рассказывающий об истории зарождения и развития теории графов.

Заключение

Дальнейшие исследования должны быть сосредоточены на определении структуры и функционала интегрированных сайтов историко-математической направленности, которые аккумулируют все достижения в области использования истории математики в образовании и являются объединяющим началом для всех преподавателей, работающих над этой проблемой.

Список источников

1. Doz, D. (2021). Using the History of Mathematics as a Motivational Factor in Teaching Math. Наука, настава, учење у измењеном друштвеном контексту. Материјали конференције, г. Ужица, октобар 2021 г. (pp. 471–482). DOI: 10.46793/NUU21.471D
2. Clark, K., Kjeldsen, T. H., Schorcht, S., Tzanakis, C., Wang, X. (2016). History of mathematics in mathematics education: Recent developments. In Radford, L., Furinghetti, F., Hausberger, T. (Eds.). *Proceedings of the 2016 ICME Satellite Meeting of the International Study Group on the Relations Between the History and Pedagogy of Mathematics* (pp. 135–179). Publisher: IREM de Montpellier. URL: https://www.researchgate.net/publication/306017944_History_of_Mathematics_in_Mathematics_Education_Recent_developments (дата обращения: 28.05.2022).
3. Siu, M. K., Tzanakis, C. (2004). History of mathematics in classroom teaching — Appetizer? main course? or dessert? *Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education*, 3 (1–2).
4. Xiao, W. (1973). No, I don't use the history of mathematics in the mathematics classroom. Why? *Collection of scientific papers of the Faculty of Mathematics of the University of Hong Kong* (pp. 120–129.). Hong Kong: University of Hong Kong.
5. Ezgi, E., Cumali, O. (2016). Effect of Using History of Mathematics on Elementary 4th Grade Students. *Elementary Education Online*, 15 (2), 408–420.
6. Haverhals, N, Roscoe, M. (2010). The history of mathematics as a pedagogical tool: Teaching the integral of the secant via Mercator's projection. *The Montana Mathematics Enthusiast*, 7, 339–368.
7. Jankvist, U. T. (2009). A characterization of the “whys” and “hows” of using history in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 71 (3), 235–261.
8. Дробышев, Ю. А., Дробышева, И. В. (2019). О вкладе В. В. Бобынина в теорию и практику обучения математике на основе генетического подхода. *Актуальные проблемы обучения математике*. Сборник научных трудов (вып. 13, с. 26–34). Калуга: Эйдес.
9. Дробышев, Ю. А., Дробышева, И. В. (2020). Историко-математический компонент в учебниках математики 5–6-х классов. *Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева*, 3, 27–39.

⁸ URL: <https://www.youtube.com/watch?v=9sF5NLvsgwI> (дата обращения: 28.05.2022).

10. Покровский, В. П. (2013). Исторические экскурсии в школьных учебниках математики. *Школьный учебник: вчера, сегодня, завтра*. Материалы I Всероссийской научно-практической конференции, г. Владимир, 27–28 марта 2013 г. (с. 84–88). Владимир: Изд-во ВГУ.
11. Bakı, A., Butuner, S. O. (2013). C. The ways of using the history of mathematics in sixth, seventh and eighth grade mathematics textbooks. *Elementary Education Online*, 12(3), 849–872.
12. Xenofontos, C., Papadopoulos, C. E. (2015). Opportunities of learning through the history of mathematics: the example of national textbooks in Cyprus and Greece. *International Journal for Mathematics Teaching & Learning*, 1–18.
13. Sisman, G. T., & Büşra, K. (2018). *History of Mathematics in the Turkish Middle School Mathematics Curriculum and Textbooks*.
14. Ju, M. K., Moon, J. E., Song, R. J. (2016). History of Mathematics in Korean Mathematics Textbooks: Implication for Using Ethnomathematics in Culturally Diverse School. *Int J of Sci and Math Educ*, 14, 1321–1338. DOI: 10.1007/s10763-015-9647-0
15. Barnett, J., Lodder, J. (2016). Teaching and Learning Mathematics from Primary Historical Sources. *Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 26.
16. Kjeldsen, T. H., Blomhøj, M. (2012). Beyond motivation: history as a method for learning meta-discursive rules in mathematics. *Educ Stud Math*, 80, 327–349. DOI: 10.1007/s10649-011-9352-z
17. Fried, M. N. (2018). History of Mathematics, Mathematics Education, and the Liberal Arts. *ICME-13 Monographs*.
18. Hombeline, L., Michel-Pajus, A. (2010). Using the Publimath Database to Bring History our Teaching: Les Fiches. *History and Epistemology in Mathematics Education*. Proceedings of the Sixth European Summer University (ESU 6). Historical methods for multiplication (19–23 July 2010, Vienna University of Technology, Vienna, Austria) (pp. 235–244). Austria, Vienna, Vienna University of Technology.
19. Hombeline, L., Michel-Pajus, A. (2019). Using French websites to find useful online material to integrate the history and epistemology of mathematics into our teaching. *Proceedings of the Eighth European Summer University on History and Epistemology in Mathematics Education ESU 8* (pp. 245–249).
20. Lawrence, S. (2006). Mathematics is useful for you: Web Resources on the History of Mathematics for Young Mathematicians (and their Teachers). *Bulletin BSHM: Journal of the British Society for the History of Mathematics, Informa {UK} Limited*, 21(2), 90–96.
21. Barrow-Green, J. (1998). History of Mathematics: Resources on the World Wide Web. *Mathematics in School*, 27, 4, 16–22. URL: <https://www.jstor.org/stable/30211869> (дата обращения: 28.04.2022).

References

1. Doz, D. (2021). Using the History of Mathematics as a Motivational Factor in Teaching Math. *Science, teaching, learning in a changed social context*. Conference materials, Užice, October 2021 (pp. 471–482). DOI: 10.46793/NNU21.471D
2. Clark, K., Kjeldsen, T. H., Schorcht, S., Tzanakis, C., & Wang, X. (2016). History of mathematics in mathematics education: Recent developments. In Radford, L., Furinghetti, F., Hausberger, T. (Eds.). *Proceedings of the 2016 ICME Satellite*

Meeting of the International Study Group on the Relations Between the History and Pedagogy of Mathematics (pp. 135–179). Publisher: IREM de Montpellier. https://www.researchgate.net/publication/306017944_History_of_Mathematics_in_Mathematics_Education_Recent_developments (accessed: 28.05.2022).

3. Siu, M. K., & Tzanakis, C. (2004). History of mathematics in classroom teaching — Appetizer? main course? or dessert? *Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education*, 3 (1–2).

4. Xiao, W. (1973). No, I don't use the history of mathematics in the mathematics classroom. Why? *Collection of scientific papers of the Faculty of Mathematics of the University of Hong Kong* (pp. 120–129.). Hong Kong: University of Hong Kong.

5. Ezgi, E., & Cumali, O. (2016). Effect of Using History of Mathematics on Elementary 4th Grade Students. *Elementary Education Online*, 15 (2), 408–420.

6. Haverhals, N, Roscoe, M. (2010). The history of mathematics as a pedagogical tool: Teaching the integral of the secant via Mercator's projection. *The Montana Mathematics Enthusiast*, 7, 339–368.

7. Jankvist, U. T. (2009). A characterization of the “whys” and “hows” of using history in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 71 (3), 235–261.

8. Drobyshev, Yu. A., & Drobysheva, I. V. (2019). About V. V. Bobynin's contribution to the theory and practice of teaching mathematics based on a genetic approach. *Actual problems of teaching mathematics*. Collection of scientific papers (iss. 13, pp. 26–34). Kaluga: Eides. (In Russ.).

9. Drobyshev, Yu. A., & Drobysheva, I. V. (2020). Historical and mathematical component in mathematics textbooks of grades 5–6. *Bulletin of Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafyev*, 3, 27–39. (In Russ.).

10. Pokrovsky, V. P. (2013). Historical excursions in school textbooks of mathematics. *School textbook: yesterday, today, tomorrow*. Materials of the I All-Russian Scientific and Practical Conference (pp. 84–88). Vladimir: VSU Publishing House. (In Russ.).

11. Baki, A., Butuner, S. O. (2013). C. The ways of using the history of mathematics in sixth, seventh and eighth grade mathematics textbooks. *Elementary Education Online*, 12(3), 849–872.

12. Xenofontos, C., Papadopoulos, C. E. (2015). Opportunities of learning through the history of mathematics: the example of national textbooks in Cyprus and Greece. *International Journal for Mathematics Teaching & Learning*, 1–18.

13. Sisman, G. T., & Büşra, K. (2018). *History of Mathematics in the Turkish Middle School Mathematics Curriculum and Textbooks*.

14. Ju, M. K., Moon, J. E., Song, R. J. (2016). History of Mathematics in Korean Mathematics Textbooks: Implication for Using Ethnomathematics in Culturally Diverse School. *Int J of Sci and Math Educ*, 14, 1321–1338. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9647-0>

15. Barnett, J., Lodder, J. (2016). Teaching and Learning Mathematics from Primary Historical Sources. Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies, 26.

16. Kjeldsen, T. H., Blomhøj, M. (2012). Beyond motivation: history as a method for learning meta-discursive rules in mathematics. *Educ Stud Math*, 80, 327–349. <https://doi.org/10.1007/s10649-011-9352-z>

17. Fried, M. N. (2018). History of Mathematics, Mathematics Education, and the Liberal Arts. *ICME-13 Monographs*.

18. Hombeline, L., Michel-Pajus, A. (2010). Using the Publmath Database to Bring History our Teaching: Les Fiches. *History and Epistemology in Mathematics Education*. Proceedings of the Sixth European Summer University (ESU 6). Historical methods for multiplication (19–23 July 2010, Vienna University of Technology, Vienna, Austria) (pp. 235–244). Austria, Vienna, Vienna University of Technology.

19. Hombeline, L., Michel-Pajus, A. (2019). Using French websites to find useful on-line material to integrate the history and epistemology of mathematics into our teaching. *Proceedings of the Eighth European Summer University on History and Epistemology in Mathematics Education ESU 8* (pp. 245–249).

20. Lawrence, S. (2006). Mathematics is useful for you: Web Resources on the History of Mathematics for Young Mathematicians (and their Teachers). *Bulletin BSHM: Journal of the British Society for the History of Mathematics, Informa {UK} Limited*, 21(2), 90–96.

21. Barrow-Green, J. (1998). History of Mathematics: Resources on the World Wide Web. *Mathematics in School*, 27, 4, 16–22. <https://www.jstor.org/stable/30211869> (accessed: 28.05.2022).

Статья поступила в редакцию: 15.06.2022;
одобрена после рецензирования: 04.08.2022;
принята к публикации: 02.09.2022.

The article was submitted: 15.06.2022;
approved after reviewing: 04.08.2022;
accepted for publication: 02.09.2022.

Информация об авторах:

Юрий Александрович Дробышев — доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры бизнес-информатики и высшей математики, Калужский филиал Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, Калуга, Россия,

Drobyshev.yury2011@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1317-7182>

Ирина Васильевна Дробышева — доктор педагогических наук, профессор, заведующая кафедрой бизнес-информатики и высшей математики, Калужский филиал Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, Калуга, Россия,

Drobysheva2010@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4260-8634>

Information about authors:

Yury A. Drobyshev — Doctor of Education Sciences, full professor, Professor of the Department of Business Informatics and Higher Mathematics, Kaluga Branch of Financial University under the Government of the Russian Federation, Kaluga, Russia,

Drobyshev.yury2011@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1317-7182>

Irina V. Drobysheva — Doctor of Education Sciences, professor, Head of the Department of Business Informatics and Higher Mathematics, Kaluga Branch of Financial University under the Government of the Russian Federation, Kaluga, Russia,

Drobysheva2010@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4260-8634>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.



Научная статья

УДК 378

DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.05

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТОКЕНИЗАЦИИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН

Светлана Владимировна Маркова

Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия

svmarkova@fa.ru

Аннотация. В данной работе рассмотрены основные проблемы использования частных и публичных блокчейнов для токенизации персональных студенческих данных. Цель исследования: найти альтернативные подходы для токенизации персональных данных студентов и организации безопасного доступа к ним. Задачи исследования: 1) предложить архитектуру системы токенизации персональных данных студентов; 2) разработать и выполнить тестирование прототипа студенческой информационной системы, то есть децентрализованного распределенного приложения (DApp).

Ключевые слова: токенизация; блокчейн; студенческие информационные системы; персональные данные студентов.

Original article

UDC 378

DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.05

**A STUDY OF THE TOKENIZATION SYSTEM
OF STUDENTS' PERSONAL DATA BASED
ON BLOCKCHAIN TECHNOLOGY****Svetlana V. Markova**

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

svmarkova@fa.ru

Abstract. This study examines the major challenges of using private and public blockchains to tokenize personal student data. In this regard. The purpose of the study: Find alternative approaches for tokenizing students' personal data and organizing secure access to them. Research objectives: 1) to propose the architecture of the system of tokenization of students' personal data; 2) develop and test a prototype student information system, i. e. a decentralized distributed application (DApp).

Keywords: tokenization; blockchain; student information systems; student personal data.

Для цитирования: Маркова, С. В. (2022). Исследование системы токенизации персональных данных студентов на основе технологии блокчейн. *Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования»*, 4(62), 58–74. DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.05

For citation: Markova, S. V. (2022). A study of the tokenization system of students' personal data based on blockchain technology. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*, 4(62), 58–74. <https://doi.org/10.25688/2072-9014.2022.62.4.05>

Введение

Блокчейн открывает новые горизонты для достижения целостности данных с использованием децентрализованных и хорошо обслуживаемых хранилищ данных. Блокчейн может быть реализован в рамках автоматизированных систем управления отдельными вузами или группами учебных заведений.

Образование — это ключевая область, в которой разные заинтересованные стороны должны обмениваться и изменять общую информацию. Изменение записей может происходить на разных уровнях безопасности. Мотивация использования блокчейна в студенческих информационных системах (далее — СИС) исходит из растущей потребности в обеспечении высокой безопасности и доверия к таким критически важным системам. Кроме того, блокчейн-система делает упор на использование децентрализованного, надежного и высоконадежного леджера, в котором хранится жизненно важная информация.

Несмотря на заметное развитие технологий, растет потребность в надежности и целостности данных. Студенты будут иметь полную независимость при работе со своими персональными данными в блокчейне. Это обеспечит студентам полную независимость от учебного заведения, а также полный контроль за их данными при сохранении целостности и неизменности данных. Блокчейн хранит постоянно записываемые и шифрующиеся данные с использованием криптографических технологий, в децентрализованных блоках [1; 2]. Криптографические процедуры, используемые при генерации блоков и соединении блоков, повышают безопасность каждой транзакции блокчейна, а данные, записанные в блокчейне, являются неизменными записями, состояния которых не могут быть изменены после их создания. Безопасность, устойчивость и необратимость — все это связано с неизменностью [3–5].

Перспективы блокчейна в образовании простираются гораздо дальше, позволяя учащимся добавлять анонимность в свои личные данные, независимость от учебного заведения, неизменность записей официальных документов и сертификатов, а также полное доверие точности и непогрешимости благодаря сетевому дизайну [6; 7]. Предлагаемые модели делают акцент на доступности данных, представленной в способности учащегося получить доступ ко всем своим данным в любое время. Технология блокчейн позволяет использовать альтернативный подход к обучению. Многие учреждения, организации и предприятия создают свои собственные блокчейн-проекты для изучения преимуществ и использования в образовании, представленной в способности учащегося получить доступ ко всем своим данным в любое время [8; 9]. Технология блокчейн позволяет использовать альтернативный подход в сфере образования, для обработки персональных данных студентов [10; 11].

Актуальность данной работы обусловлена тем, что в сфере образования информация студентов имеет решающее значение и должна быть конфиденциальна. Существование суперадминистратора, который может извлекать данные общей информационной системы высшего образовательного учреждения, может рассматриваться как большая уязвимость [12; 13]. В традиционной системе образования, основанной на централизованной системе, существуют некоторые проблемы, связанные с ведением учета персональных данных. Цель этой работы состоит в том, чтобы найти альтернативные подходы для токенизации персональных данных студентов и организации безопасного доступа к ним. Новая модель информационной системы токенизации персональных данных студентов, основанная на технологии блокчейн, может обеспечить более защищенный и надежный способ хранения архивных записей персональных студенческих данных [14–17].

В настоящее время наиболее используемой моделью централизованных вычислений является клиент-серверная модель [18]. Эта модель учитывает существование сервера с большими вычислительными возможностями. Этот сервер, в свою очередь, является объектом, ответственным за прием запросов и предоставление услуг для нескольких пользователей.

Другими словами, несколько клиентов совместно используют одни и те же вычислительные ресурсы, предоставляемые централизованным сервером. Таким образом, количество клиентов, ответивших за определенный период, может быть оценено через общее количество доступных вычислительных ресурсов.

Однако другие эксплуатационные характеристики централизованных систем также важны. Примерами могут служить их алгоритмы распределения ресурсов и планирования. Эти алгоритмы определяют, кто и когда отвечает на конкретные запросы.

На рисунке 1 представлен пример централизованной системы, разработанной в соответствии с моделью «клиент – сервер».

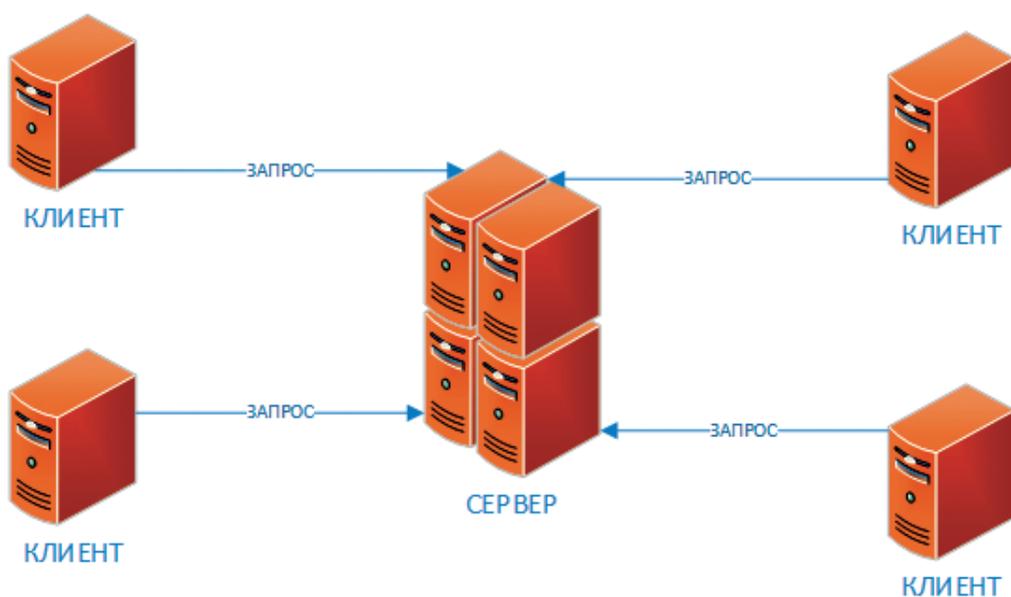


Рис. 1. Централизованная система

Однако необходимо отметить, что централизованные вычисления не ограничиваются моделью «клиент – сервер». Могут, например, использоваться серверы баз данных, которые сохраняют только периодически собираемую информацию и не взаимодействуют с другими системами.

Самое интересное в централизованных системах — это четкое разделение между серверами и клиентами. Эти сущности слабо связаны между собой. Таким образом, можно заменить сервер, не обязательно заменяя клиентов. Кроме того, могут быть разные типы клиентов (мобильные устройства, десктопные компьютеры, ноутбуки и т. д.), получающие доступ к одному и тому же серверу.

Например, компании, размещающие серверы, могут масштабировать вычислительные ресурсы (например, память или вычислительную мощность) и выполнять другие виды обслуживания на сервере без изменений на клиентских компьютерах.

Еще одним интересным свойством централизованной архитектуры является отсоединение клиента от сервера. Поскольку все службы предоставляет уникальный сервер, отключить от них конкретного клиента несложно: для этого достаточно прервать клиентское соединение или заблокировать его, например через брандмауэр.

Однако централизованные системы имеют некоторые недостатки [19].

Первая потенциальная проблема заключается в ограничении процесса масштабирования. В какой-то момент только предоставление большего количества ресурсов серверу просто не повышает его производительность. Существуют и другие ограничения, такие как ОС или сетевые функции, ограничения которых нельзя устранить с помощью использования дополнительных вычислительных ресурсов.

Еще одна проблема заключается в том, что сервер является единственной точкой отказа. Таким образом, если сервер становится недоступным, вся служба завершает работу, даже если все клиенты работают. Таким образом, эксплойты, атаки или любой сбой потенциально могут привести к завершению работы всей системы в целом.

Несмотря на эти недостатки, централизованные системы являются хорошими вариантами для многих приложений. В настоящее время существует несколько готовых серверов, таких как веб-серверы, запускаемых с помощью нескольких команд, что упрощает развертывание новых служб.

Кроме того, существует множество инструментов анализа данных с открытым исходным кодом для централизованных служб. Эти инструменты позволяют владельцам серверов отслеживать, что происходит с предоставляемыми сервисами.

Распределенные вычисления используют несколько компонентов, предоставляющих услугу. Компоненты в распределенной системе, в свою очередь, должны взаимодействовать для обмена информацией и данными. Эта связь обычно осуществляется путем отправки сообщений по Сети [20].

Важно подчеркнуть, что, когда распределенные объекты принимают решения самостоятельно, система децентрализована [21]. Однако, когда сущности каким-то образом координируют свои действия для принятия решений, система является распределенной системой [22].

Существуют различные модели распределенных вычислений, например можно рассматривать саму Всемирную сеть как модель распределенной системы.

Одноранговая модель состоит из набора независимых компьютеров, соединенных между собой при помощи сетевых соединений. Каждый одноранговый узел обладает достаточными возможностями для обработки данных и взаимодействия с другими одноранговыми узлами, сотрудничая с предоставляемой службой.

Как правило, тот, кто хочет получить доступ к сервису, связывается с одним или несколькими одноранговыми узлами, чтобы получить доступ к сервису. В особых случаях сущности, запрашивающие услугу, также становятся равноправными узлами, предоставляющими услугу. Таким образом, услуга

органично растет: чем больше число объектов, запрашивающих услугу, тем больше становится услуга.

Рисунок 2 иллюстрирует представленные характеристики распределенных вычислений в одноранговой модели [23].

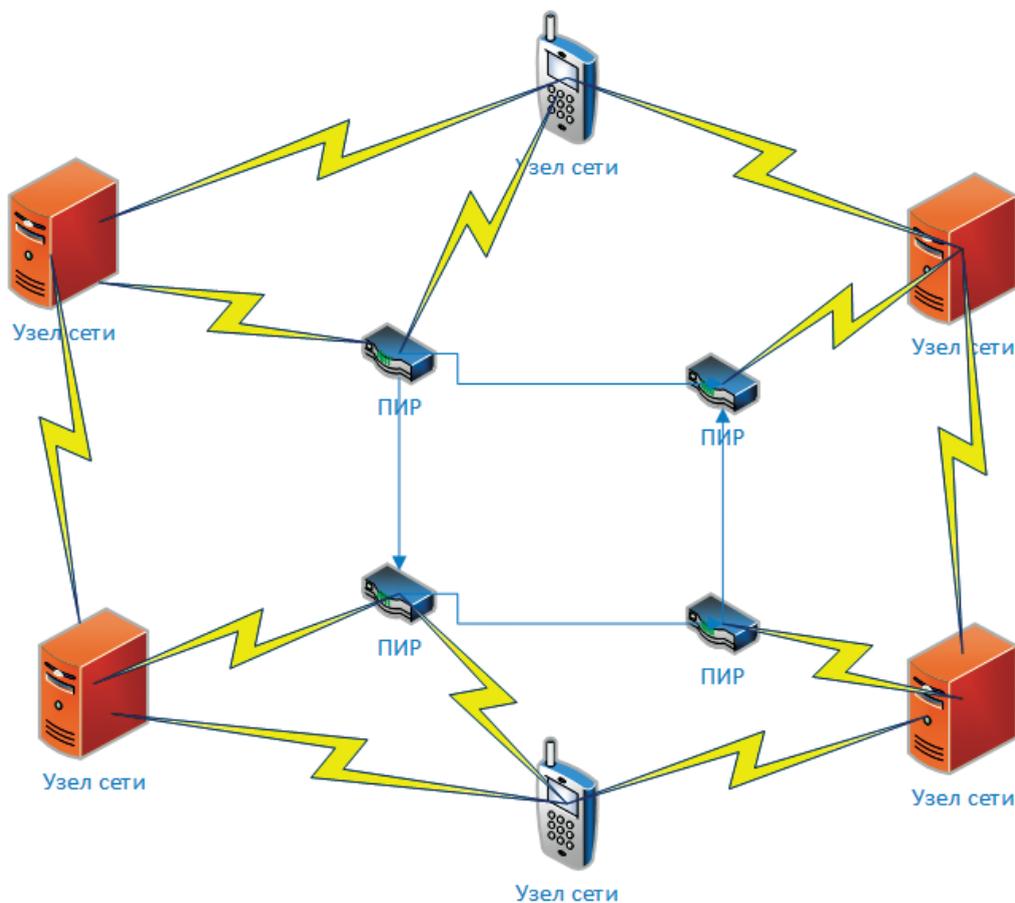


Рис. 2. Одноранговая модель информационной системы

Хотя модель распределенных вычислений и является многообещающей архитектурой во многих аспектах, но она сопряжена с рядом проблем. Примерами таких проблем являются координация и согласование распределенных объектов. Из-за этих проблем распределенные системы становятся особой областью исследований в информатике [24].

Одним из больших преимуществ внедрения распределенной системы является устранение единственной точки отказа централизованных вычислений. В распределенных системах одноранговый узел может выйти из строя, а служба по-прежнему доступна [25].

Это означает, что другие одноранговые узлы могут выполнять задачи однорангового узла, который потерпел неудачу, или, по крайней мере, должным образом информировать запрашивающие объекты о том, что конкретный

одноранговый узел потерпел неудачу. Таким образом, мы можем понимать хорошо спроектированную распределенную систему как надежную систему.

Еще одно преимущество внедрения распределенной системы заключается в расширении процессов. Таким образом, можно добавить дополнительные вычислительные ресурсы к объектам в системе (горизонтальное масштабирование). Однако также можно добавлять новые объекты для предоставления услуг в системе (вертикальное масштабирование).

Возможность добавления новых объектов в систему позволяет поставщикам услуг по-разному удовлетворять конкретные потребности конкретных географических регионов. Например, в населенных пунктах с высокой плотностью пользователей услуг может быть несколько близких организаций, предоставляющих услуги.

Однако у распределенных систем тоже есть множество недостатков.

Существенной трудностью является управление распределенными системами. Поскольку есть автономные организации, работающие вместе, трудно отслеживать и контролировать каждую из них.

Кроме того, необходимо распространять общие обновления среди всех организаций, предоставляющих услуги, что требует сложной стратегии.

Еще одной проблемой являются различные возможности и часы работы объектов в системе. На самом деле, это не совсем проблема, а характеристика. Однако поставщики должны сбалансировать возможности организаций, избегая узких мест и сценариев недостаточного использования.

Ниже, в таблице 1, представлены сравнительный анализ централизованных и децентрализованных систем.

Таблица 1

Сравнительный анализ

	Централизованная система	Децентрализованная система
Обслуживающий центр	Один	Несколько
Точки отказа	Зависимая (отказ сервера приводит к отказу системы в целом)	Независимая (отказ одного или нескольких узлов не приводит к отказу системы в целом)
Масштабирование	Горизонтальное	Горизонтальное и вертикальное
Мониторинг системы	Одна точка мониторинга — сервер (просто)	Несколько точек мониторинга (сложно)
Примеры использования	Централизованные базы данных, однопользовательские игры и отладочные песочницы	Сети BitTorrent: распределенные одноранговые сети для обмена данными Блокчейн: децентрализованные и распределенные базы данных, в которых данные надежно хранятся несколькими организациями

В данной работе предлагается подход к использованию блокчейна для реализации полнофункциональной студенческой веб-ориентированной информационной системы, ведущей записи данных о студентах, записи о регистрации на курс и оценок студентов. Она дает важные, безопасные и прозрачные методы построения глобальной системы образовательного обучения. Все регулярные транзакции основаны на централизованном консенсусе. Этот подход дает возможность использования множества интересных функций, таких как снижение транзакционных издержек, эффективность и безопасность. Для обеспечения безопасных, быстрых и чистых транзакций вводится понятие связанного списка блокчейнов. Блокчейн-система обрабатывает транзакции, отправленные разными пользователями, в соответствии с их уровнями безопасности, без необходимости вмешательства сторонних служб.

При использовании информационных систем высшими учебными заведениями уходит много усилий и затрат на ведение записей обо всех образовательных транзакциях, происходящих с момента подачи абитуриентами заявлений на поступление, ведения семестрового учета и данных об окончании учебы. В этом контексте возникает множество проблем безопасности и целостности данных [6; 25].

Предлагаемая модель токенизации персональных данных студентов повышает безопасность за счет использования хеширования и доступности данных при децентрализованном хранении данных. Информация о блокчейне, предоставляемом университетом, открыта для всех заинтересованных сторон. Неизменность, чувствительность и удобство хранения записей в блокчейне в целом помогли получить хорошую реализацию студенческой информационной системы. Связанный список блокчейнов может записывать все значения, включая паспортные данные, данные об оценках, полученных сертификатах и т. д.

Наиболее важными требованиями к информационной системе являются целостность данных и использование неизменного леджера в дополнение к возможности безопасного обмена защищенной информацией между заинтересованными сторонами. Функции блокчейна могут удовлетворять этим требованиям, используя три модели. В СИС данные могут быть классифицированы следующим образом:

1. Данные без сохранения состояния СИС: данные, не влияющие на средний балл учащегося и вводимые один раз. Данные СИС без сохранения состояния относительно менее важны для СИС. Типичными данными СИС без сохранения состояния являются список курсов, список преподавателей, список студентов. Для каждого списка данных без сохранения состояния авторизованный сотрудник вводит базовый набор полей, однако заинтересованному пользователю может потребоваться ввести дополнительные данные о себе, например преподаватель или студент, изменяющий свой телефон или адрес.

2. Данные с отслеживанием состояния СИС: данные, вызывающие изменение состояния учащегося, например студент, который записывается/отказывается от курса. Преподаватель вводит оценки за курс/экзамен.

3. Данные без состояния все еще могут рассматриваться как критически важные, но для некоторых систем полезно хранить их в традиционной системе с суперадминистратором, подписывающим контракт о конфиденциальности. Транзакционные данные очень важны во всех аспектах. Транзакция может быть отменена только отправкой другой обратной транзакции.

В СИС узлы в зависимости от ролей могут быть разделены на следующие типы.

1. Административный узел:

- считывает/записывает основные информационные записи студентов и преподавателей без сохранения состояния;
- читает/записывает программу обучения;
- считывает/записывает список назначенных преподавателей курсов;
- считывает/записывает настройки университетских правил, такие как крайние сроки и т. д., которые управляют цепочкой блоков;
- создает блок.

Университет может классифицировать роли администратора по подкатегориям в соответствии с их организацией.

2. Студенческий узел:

- считывает/записывает регистрационные записи курса в соответствии с правилами университета и в установленные сроки;
- считывает/записывает некоторые поля собственных данных студента без состояния, таких как телефон и адрес, в соответствии с правилами университета и в установленные сроки;
- читает только сертификат студента.

3. Преподавательский (профессорский) узел:

- читает/записывает оценки (итоговый экзамен, промежуточный экзамен, курсовая работа);
- считывает/записывает некоторые поля своих собственных данных без гражданства, таких как телефон и адрес, в соответствии с правилами университета и в установленные сроки;
- читает только сертификат студента.
- создает блок.

4. Гостевой узел:

- читает только сертификат студента по одобрению студента;
- читает только обучающую программу после одобрения администратором;
- читает список назначенных курсов только для преподавателей по одобрению преподавателя.

Гостевой узел представляет внешнюю сторону, заинтересованную в наборе информации СИС.

Методы исследования

В работе предлагается следующая модель. Разрешена консенсусная сеть с транзакциями, принимающими только данные с отслеживанием состояния. В этой модели для построения блокчейна используются самые простые варианты. Это наиболее подходит для небольших организаций. Модель рассматривает разрешенную консенсусную сеть с транзакциями, принимающими только данные с отслеживанием состояния, а все узлы являются полными узлами, где каждый узел хранит полную копию блокчейна. Узел отправителя, добавляющего транзакцию, отвечает за добавление ее в список транзакций, которым обычно может быть база данных SQLite, и за добавление ее в дерево Меркла. Узел отправителя также отвечает за проверку всех полей и проверку того, что аккаунт отправителя имеет разрешение на создание и отправку транзакции в соответствии с правилами СИС, которые встроены в генезис-блок блокчейна во время настройки. В этой модели информация без состояния хранится в обычной системе за пределами блокчейна.

По определению, разрешенный блокчейн — это частная сеть. Никакая учетная запись не может быть создана, если новый пользователь (студент или профессор) не получит закрытый ключ от администрации (администратора) организации и не использует его для настройки нового узла. Новый узел может быть создан только на компьютере внутри сети вуза; следовательно, все узлы хорошо идентифицированы и пользуются высоким доверием. Процесс настройки нового узла не может начаться без действительного закрытого ключа, имеющего открытый ключ контрагента, созданный узлом администратора с использованием предопределенного алгоритма. Закрытый ключ используется для шифрования любых транзакций, созданных и отправленных любым узлом. Он используется в качестве подписи, которая позволяет блокчейну идентифицировать владельца любой транзакции для аудита.

Результаты исследования

Жизнеспособность и производительность разработанного прототипа СИС (DApp) оцениваются методом выполнения разных тестов с внедрением экспериментальной установки, показанной на рисунке 3.

Для проведения оценки используется тестовая сеть Rinkeby 9. Rinkeby — одна из общедоступных тестовых сетей, предоставляемых Ethereum. Он использует алгоритм консенсуса Proof-of-Authority (PoA). Эфир, токен криптовалюты, используемый в Rinkeby, не имеет денежной ценности. API Infura используется для связи с сетью Rinkeby.

Общее время выполнения состоит из времени связи, времени майнинга блоков и времени выполнения соответствующих смарт-контрактов. Поскольку DApp создан для студенческой информационной системы, ему, возможно,

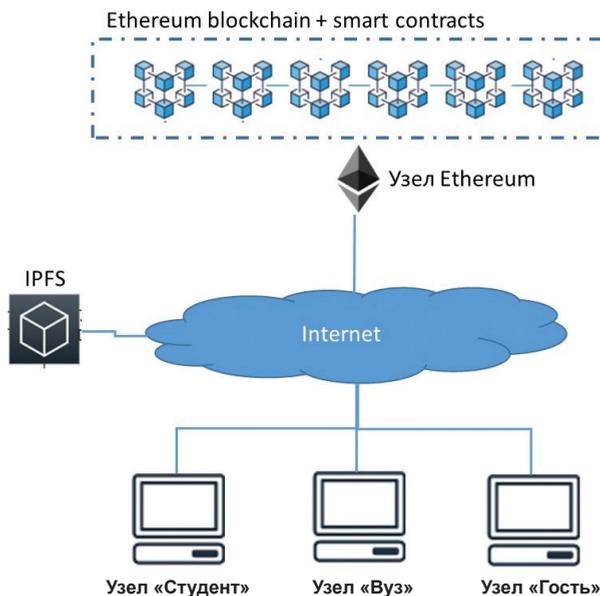


Рис. 3. Экспериментальная тестовая установка

придется обслуживать большее количество запросов, поэтому интересно изучить общее время выполнения пользовательских запросов. Пользователь может отправлять два типа запросов в блокчейн через DApp: одни запросы считывают данные из блокчейна, а другие записывают данные в блокчейн. Чтение данных не требует создания какого-либо блока, поэтому оно занимает незначительное время. Однако, когда пользователь записывает данные в блокчейн, транзакции проверяются и блоки добываются, поэтому это занимает некоторое время. Согласно официальному сайту, среднее время обработки транзакции/запроса в тестовой сети Rinkeby составляет 15 сек. Для оценки производительности разработанного DApp выполняются два разных типа тестов.

В защищенной версии DApp загрузка учетных данных требует от вузов выполнения следующих задач:

- вычисление исходного хеша учетных данных;
- получение открытого ключа студента из блокчейна и шифрования учетных данных с помощью этого ключа;
- загрузка зашифрованных учетных данных на IPFS и получение хеш IPFS;
- скачивание метаданных из блокчейна.

Однако если защита конфиденциальности не включена, то задачи 1 и 2 не выполняются. С точки зрения производительности блокчейна время выполнения загрузки учетных данных не изменится ни с защитой конфиденциальности, ни без защиты конфиденциальности. Причина в том, что задача 1 выполняется локально (т. е. на интерфейсе DApp), в то время как задача 2 — это просто операция чтения в сети блокчейн. Таким образом, независимо от того, какое изменение наблюдается во времени выполнения для загрузки

учетных данных без конфиденциальности и с конфиденциальностью, это связано с изменением времени на проверки сети блокчейн.

Чтобы выяснить среднее время и отличия во время выполнения, было выполнено 100 итераций путем последовательной отправки запросов на загрузку учетных данных. Среднее значение ответа от экспериментальной сети блокчейн составляет 16,00337 сек., в то время как официальный сайт утверждает, что оно составляет 15 сек.; разница между наблюдаемым средним временем и официальным средним временем составляет 1,00337 сек. Эта дополнительная задержка связана с выполнением смарт-контрактов и временем, затрачиваемым Ethereum на проверку, и майнингом новых блоков, а также с задержкой связи (рис. 4).

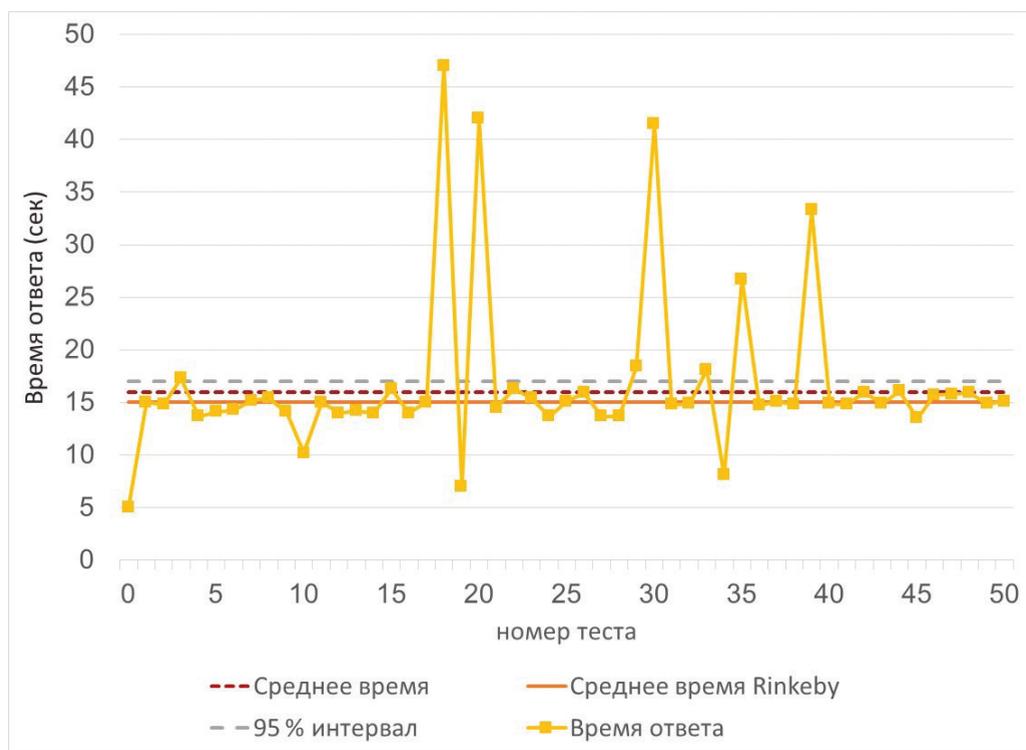


Рис. 4. Время, затраченное на загрузку учетных данных

В защищенном DApp отправка запроса на доступ и предоставление права включает следующие задачи:

1. Гость посылает запрос на доступ к данным студента.
2. Студент просматривает запрос и одобряет его, после чего следует шифрование запрашиваемых учетных данных с помощью открытого ключа гостя.
3. Затем студент загружает зашифрованные учетные данные в IPFS и получает хеш IPFS.
4. Студент временно загружает метаданные в блокчейн.

Однако если защита конфиденциальности не включена, то задачи 2 и 3 не выполняются. Более того, задача 2 выполняется локально на стороне клиента, поэтому она занимает незначительное количество времени.

Кроме того, задача 3 (закрывающаяся в загрузке файла в IPFS) также занимает незначительное количество времени по сравнению с временем, необходимым для одной операции записи. Среднее время загрузки и среднее время загрузки в IPFS для размера файла, равного 1 МБ, составляют менее 0,2 сек. Таким образом, время выполнения для отправки запроса на доступ и предоставление права доступа с конфиденциальностью и без нее будет почти одинаковым. Любое заверенное изменение зависит от времени, необходимого блокчейну для выполнения двух операций записи, соответствующей заданию 1 и заданию 4.

Чтобы выполнить тест, сначала гость посылает запрос на учетную запись студента. Во-вторых, студент просматривает запрос, а затем предоставляет доступ. Оба запроса были обработаны для расчета общего затраченного времени. Здесь предполагается, что студент немедленно одобряет все входящие запросы. Кроме того, чтобы выяснить среднее время и отличия во время выполнения, было проведено 100 итераций таких запросов. Среднее время без конфиденциальности — 31,09165 сек., тогда как с конфиденциальностью оно составляет 34,74195 сек.

Поскольку официальный сайт утверждает, что время обработки каждого запроса составляет 15 сек., поэтому для двух операций записи оно должно составлять 30 сек. Следовательно, разница между наблюдаемым средним временем и официальным средним временем с конфиденциальностью составляет 4,74195 сек., а без конфиденциальности — 1,09165 сек. Хотя наблюдения показывают, что разница выше с защитой конфиденциальности, чем без защиты конфиденциальности. Следует отметить, что для одного запроса доступа со стороны гостя, требующей доступа для нескольких учетных данных, это приведет к общему количеству операций записи, которые должны быть выполнены в блокчейне. Это операция записи для отправки одного запроса на доступ и количество операций записи для загрузки метаданных по количеству запрошенных учетных данных.

Заключение

В данной работе были рассмотрены ключевые концепции и возможности использования технологии блокчейн в сфере образования.

Как показали проведенные исследования прототипа студенческой информационной системы для токенизации персональных данных студентов, основной проблемой на глобальной общедоступной платформе Ethereum является низкая производительность обработки (15 транзакций в сек.). Однако для частных и консорциумных блокчейнов майнинг с помощью поддельного эфира значительно ускоряет процесс и решает проблемы производительности.

В качестве примера использования предлагаемой технологии рассматривается задача безопасного обмена учетными данными студентов в веб-ориентированной студенческой информационной системе. Предложена архитектура системы токенизации персональных данных студентов, в которой перечислены разные заинтересованные стороны, их роли и основные функциональные возможности. Для проверки концепции предлагаемой архитектуры с защитой конфиденциальности разработан и протестирован прототип студенческой информационной системы.

Список источников

1. Носиров, З. А., Фомичев, В. М. (2021). Анализ блокчейн-технологии: основы архитектуры, примеры использования, перспективы развития, проблемы и недостатки. *Системы управления, связи и безопасности*, 2, 37–75.
2. Шафиков, А. А., Воробьев, Е. С. (2022). Исследование блокчейн-технологии: основы архитектуры и ее разработка. *Системы управления, информационные технологии и математическое моделирование*, 288–293.
3. Сошников, Д. В. (2021). Принципы информационной безопасности на основе blockchain-технологий. *Научно-исследовательский центр «Technical Innovations»*, 2, 166–173.
4. Круглова, С. Д. (2021). Совершенствование информационной составляющей экономической безопасности организации на основе технологии блокчейн. *Проблемы и перспективы развития российской экономики*. Сборник статей по материалам X Научно-практической конференции (с. 79–81). Москва: Перо.
5. Нестеренко, В. Р., Маслова, М. А. (2021). Использование технологии Blockchain для обеспечения безопасности в распределенном интернете вещей. *Научный результат. Информационные технологии*, 6(2), 3–8.
6. Чиндяев, А. Е., Яковлева, В. И. (2021). Технология блокчейн и ее возможное внедрение в сферу образования. *Студенческий научный форум*, 47–49.
7. Аскарбек, К. К., Халилова, М. В. (2021). Развитие технологии блокчейн и ее применение в системе образования. *Евразийское Научное Объединение*, 5–3, 164–171.
8. Крупнина, П. Г., Чхеидзе, Е. П. (2021). Информатизация образования в КНР и перспективы внедрения технологии блокчейн. *Управление бизнесом в цифровой экономике*, 363–369.
9. Григорьев, В. В. (2020). Блокчейн в образовании. *Информация и инновации*, 15(2), 18–26.
10. Кузнецова, В. П., Бондаренко, И. А. (2018). Блокчейн как инструмент цифровой экономики в образовании. *Вопросы регулирования экономики*, 9(1), 102–109.
11. Корчагин, С. (2016). О текущих трендах в развитии технологии блокчейн. *Свободная мысль*, 4, 31–38.
12. Наджафова, М. Н. (2021). Тенденции развития информационных технологий, внедряемых в системе образования. *Балтийский гуманитарный журнал*, 10, 1(34), 182–185.
13. Атаян, А. М., Гурьева, Т. Н., Шарабаева, Л. Ю. (2021). Цифровая трансформация высшего образования: проблемы, возможности, перспективы и риски. *Отечественная и зарубежная педагогика*, 1(2), 7–22.
14. Покровская, Н. Н., Гелих О. Я., Гильдингерш, М. Г., Молодькова, Э. Б., Попова О. А. (2022). Блокчейн-платформы для токенизации репутационного капитала

университета. *Проектирование и обеспечение качества информационных процессов и систем*. Сборник докладов Международной конференции, г. Санкт-Петербург, 15–17 марта 2022 г. (с. 157–160). Санкт-Петербург: ЛЭТИ им. В. И. Ульянова (Ленина).

15. Шматко, О., Борова, Т., Евсеев, С., Милов, О. (2021). Токенизация образовательных активов на основе блокчейн-технологий. *Педагогическое образование*, 3(42), 4–10. DOI: 10.15587/2519-4984.2021.232321

16. Gunawan, I. K., Lutfiani, N., Aini, Q., Suryaman, F. M., Sunarya, A. (2021). Smart Contract Innovation and Blockchain-Based Tokenization in Higher Education. *Journal of Education Technology*, 5, 4, 636–644.

17. Sivadanam, Y. L., Ramaguru, R., Sethumadhavan, M. (2022). Distributed Ledger Framework for an Adaptive University Management System. *Proceedings of International Conference on Computational Intelligence and Data Engineering* (pp. 295–306). Springer, Singapore.

18. Стяжкова, Т. Н., Чекалдин, Ю. С. (2021). Информационные системы в сфере электронного документооборота. *Современные технологии документооборота в бизнесе, производстве и управлении*, 74–77.

19. Трофимец, И. А. (2022). Преимущества и недостатки новой информационной системы учёта граждан в Российской Федерации. *Вестник Омского университета. Серия «Право»*, 19(1), 25–37.

20. Кульба, В. В., Сомов, С. К., Шелков, А. Б. (2022). Анализ влияния использования информационной избыточности на показатели надежности распределенных информационных систем. *Надежность*, 22(1), 4–12.

21. Даденова, Г. (2022). Основы проектирования информационных систем. *Central Asian Journal of STEM*, 3(1), 41–44.

22. Ягодкин, Д. А., Уханов, Д. В., Игнатьева, Д. С. (2021). Системы распределенной обработки данных и основные их разновидности. *Цифровизация образования: теоретические и прикладные исследования современной науки*, 56–59.

23. Михайленко, Н. В., Мурадян, С. В., Вихляев, А. А. (2022). Актуальные вопросы мониторинга и противодействия киберугрозам в одноранговых сетях. *Аудиторские ведомости*, 1, 140–145.

24. Хряшев, В. В., Ненашев, А. В. (2021). Эффективность внедрения одноранговой распределенной системы хранения и обработки защищаемой информации (THEOOL PROJECT). *Моделирование систем и процессов*, 14(3), 82–89.

References

1. Nosirov, Z. A., & Fomichev, V. M. (2021). Blockchain technology analysis: fundamentals of architecture, examples of use, development prospects, problems and shortcomings. *Control Systems, Communications and Security*, 2, 37–75. (In Russ.).

2. Shafikov, A. A., & Vorobyov, E. S. (2022). Blockchain technology research: fundamentals of architecture and its development. *Control systems, information technologies and mathematical modeling*, 288–293. (In Russ.).

3. Soshnikov, D. V. (2021). Principles of information security based on blockchain technologies. *Scientific Research Center «Technical Innovations»*, 2, 166–173. (In Russ.).

4. Kruglova, S. D. (2021). Improving the information component of the economic security of an organization based on blockchain technology. *Economic security of society, the state and the individual: problems and directions of provision*. Collection of articles based on the materials of the X Scientific and Practical Conference (pp. 79–81). (In Russ.).

5. Nesterenko, V. R., & Maslova, M. A. (2021). Using Block-chain technology to ensure security in the distributed Internet of things. *Scientific result. Information Technology*, 6(2), 3–8. (In Russ.).
6. Chindyaev, A. E., & Yakovleva, V. I. (2021). Blockchain technology and its possible implementation in the field of education. *Student Scientific Forum*, 47–49. (In Russ.).
7. Askarbek, K. K., & Khalilova, M. V. (2021). Development of blockchain technology and its application in the education system. *Eurasian Scientific Association*, 5–3, 164–171. (In Russ.).
8. Krupnina, P. G., & Chkheidze, E. P. (2021). Informatization of education in the PRC and prospects for the introduction of blockchain technology. *Business management in the digital economy*, 363–369. (In Russ.).
9. Grigoriev, V. V. (2020). Blockchain in education. *Information and innovations*, 15(2), 18–26. (In Russ.).
10. Kuznetsova, V. P., & Bondarenko, I. A. (2018). Blockchain as an instrument of digital economy in education. *Economic regulation issues*, 9(1), 102–109. (In Russ.).
11. Korchagin, S. (2016). On current trends in the development of blockchain technology. *Free Thought*, 4, 31–38. (In Russ.).
12. Nadzhafova, M. N. (2021) Trends in the development of information technologies implemented in the education system. *Baltic Humanitarian Journal*, 10, 1(34), 182–185. (In Russ.).
13. Atayan, A. M., Guryeva, T. N., & Sharabaeva, L. Yu. (2021). Digital transformation of higher education: problems, opportunities, prospects and risks. *Domestic and foreign pedagogy*, 1(2), 7–22. (In Russ.).
14. Pokrovskaya, N. N., Gelikh, O. Ya., Gildingersh, M. G., Molodkova, E. B., & Popazova, O. A. (2022). Blockchain platforms for tokenization of university reputational capital. *Design and quality assurance of information processes and systems*. Collection of reports of the International Conference, St. Petersburg, 2022, March 15–17 (pp. 157–160). St. Petersburg: V. I. Ulyanov (Lenin) LETI. (In Russ.).
15. Shmatko, O., Borova, T., Yevseiev, S., & Milov, O. (2021). Tokenization of educational assets based on blockchain technologies. *Pedagogical Education*, 3(42), 4–10. <https://doi.org/10.15587/2519-4984.2021.232321>
16. Gunawan, I. K., Lutfiani, N., Aini, Q., Suryaman, F. M., & Sunarya, A. (2021). Smart Contract Innovation and Blockchain-Based Tokenization in Higher Education. *Journal of Education Technology*, 5, 4, 636–644.
17. Sivadanam, Y. L., Ramaguru, R., & Sethumadhavan, M. (2022). Distributed Ledger Framework for an Adaptive University Management System. *Proceedings of International Conference on Computational Intelligence and Data Engineering* (pp. 295–306). Springer, Singapore. (In English).
18. Styazhkova, T. N., & Chekaldin, Yu. S. (2021). Information systems in the field of electronic document management. *Modern technologies of document management in business, production and management*, 74–77. (In Russ.).
19. Trofimets, I. A. (2022). Advantages and disadvantages of a new information system for registering citizens in the Russian Federation. *Bulletin of the Omsk University. Series «Right»*, 19(1), 25–37. (In Russ.).
20. Kulba, V. V., Somov, S. K., & Shelkov, A. B. (2022). Analysis of the influence of the use of information redundancy on the reliability indicators of distributed information systems. *Reliability*, 22(1), 4–12. (In Russ.).

21. Dadenova, G. (2022). Fundamentals of information systems design. *Central Asian Journal of STEM*, 3(1), 41–44. (In Russ.).
22. Yagodkin, D. A., Ukhanov, D. V., & Ignatieva, D. S. (2021). Distributed data processing systems and their main varieties. *Digitalization of education: theoretical and applied research of modern science*, 56–59. (In Russ.).
23. Mikhailenko, N. V., Muradyan, S. V., & Vikhlyaev, A. A. (2022). Actual issues of monitoring and counteracting cyber threats in peer-to-peer networks. *Auditorskie Vedomosti*, 1, 140–145. (In Russ.).
24. Khryashchev, V. V., & Nenashev, A. V. (2021). Efficiency of implementing a peer-to-peer distributed system for storing and processing protected information (THEOOL PROJECT). *Modeling systems and processes*, 14(3), 82–89. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию: 15.06.2022;
одобрена после рецензирования: 04.08.2022;
принята к публикации: 02.09.2022.

The article was submitted: 15.06.2022;
approved after reviewing: 04.08.2022;
accepted for publication: 02.09.2022.

Информация об авторе:

Светлана Владимировна Маркова — кандидат технических наук, доцент, доцент департамента математики, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия,
svmarkova@fa.ru

Information about the author:

Svetlana V. Markova — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematics, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia,
svmarkova@fa.ru

Научная статья

УДК 376.1

DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.06

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗА УСПЕВАЕМОСТИ УЧАЩИХСЯ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ

Татьяна Васильевна Побединская¹,

Ольга Юрьевна Заславская² ✉

¹ ООО «Мобильное электронное образование», Москва, Россия,
0724tatiana@gmail.com 0724tatiana@gmail.com

² Московский городской педагогический университет, Москва, Россия,
zaslavskaya@mgpu.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0002-6119-8271>

Аннотация. В статье рассматривается применение алгоритмов машинного обучения для прогнозирования успеваемости учащихся основной школы. Сравниваются результаты работы двух алгоритмов машинного обучения и определяются необходимые данные об учащихся, которые целесообразно собрать для получения высокой точности прогнозирования успеваемости. *Цель исследования:* изучить эффективность использования алгоритмов машинного обучения для решения задачи прогнозирования успеваемости учащихся основной школы. *Задачи исследования:* собрать данные об учащихся для прогнозирования успеваемости; исследовать практическое применение алгоритмов машинного обучения для решения задачи прогнозирования успеваемости учащихся основной школы. Ведущим методом для решения первой задачи был выбран метод анкетирования. Для решения второй задачи использовался метод эксперимента.

Ключевые слова: искусственный интеллект в образовании; большие данные; прогнозирование успеваемости учащихся; алгоритмы машинного обучения; информатизация образования.

Original article

UDC 376.1

DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.06

THE USE OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS TO PREDICTION THE PERFORMANCE OF BASIC SCHOOL STUDENTS

Tatiana V. Pobedinskaya¹,
Olga Yu. Zaslavskaya² ✉

¹ LLC «Mobile e-education», Moscow, Russia,
0724tatiana@gmail.com

² Moscow City University, Moscow, Russia,
zaslavskaya@mgpu.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0002-6119-8271>

Abstract. The article discusses the use of machine learning algorithms for predicting the performance of students in a primary school. The results of the work of two machine learning algorithms are compared and the necessary data about students are determined, which are advisable to collect in order to obtain high accuracy in predicting academic performance. *The purpose of the study:* to study the effectiveness of using machine learning algorithms to solve the problem of predicting the progress of primary school students. *Research objectives:* to collect data on students to predict academic performance; to explore the practical application of machine learning algorithms for solving the problem of predicting the progress of students in a primary school. The method of questioning was chosen as the leading method for solving the first problem. The experimental method was used to solve the second problem.

Keywords: artificial intelligence in education; big data; predicting student performance; machine learning algorithms; informatization of education.

Для цитирования: Побединская, Т. В., Заславская, О. Ю. (2022). Использование алгоритмов машинного обучения для прогноза успеваемости учащихся основной школы. *Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования»*, 4(62), 75–82. DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.06

For citations: Pobedinskaya, T. V., Zaslavskaya, O. Yu. (2022). The use of machine learning algorithms to prediction the performance of basic school students. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*, 4(62), 75–82. <https://doi.org/10.25688/2072-9014.2022.62.4.06>

Введение

Одной из актуальных проблем, стоящих перед образовательной организацией на сегодня, остается достаточно низкая успеваемость школьников. Многообразие причин затрудняет деятельность учителя по выявлению факторов, влияющих на такое снижение успеваемости школьников, и в большинстве случаев учитель, как правило, выбирает

традиционный способ работы с учащимися, имеющими определенные затруднения в освоении учебной программы, — дополнительные занятия, основная задача которых заключается в организации повторения пройденного учебного материала [1, с. 197].

Однако современные технологии информатизации системы образования приводят к появлению большого количества разнообразных систем сбора, обработки и хранения больших массивов информации [2], которые можно использовать для эффективного прогнозирования успеваемости учащихся. Также в настоящее время существуют методы интеллектуального анализа данных, позволяющие из необработанных данных извлекать высокоуровневые знания, которые могут быть полезны в сфере образования [3].

К таким методам интеллектуального анализа относятся: метод ассоциации, метод классификации, метод кластеризации, метод деревьев решений и метод случайного леса, — используя которые можно ответить на следующие вопросы: можно ли предсказать успеваемость школьников и студентов и какие факторы влияют на успеваемость обучающихся [4]?

Прогнозирование успеваемости учащихся — важный инструмент оценки эффективности применяемых педагогических технологий и методических приемов для преподавателей, и проведения самооценки — для учащихся. Благодаря полученным результатам прогнозирования успеваемости учащихся преподаватели могут вовремя принять корректирующие меры для работы с учениками, имеющими затруднения в освоении учебной программы, например при планировании компенсирующих занятий или системы уроков [5].

В рамках исследования проанализированы данные двух образовательных организаций за три последних учебных года, с 2019 по 2022 год. Использовались два разных источника: школьные отчеты, предоставленные администрацией образовательных организаций, и анкеты, на вопросы которых отвечали обучающиеся и их родители. Поскольку школьные отчеты содержали ограниченное количество информации (т. е. были доступны только оценки и количество пропусков занятий), было принято решение провести дополнительное анкетирование учащихся и их родителей, что позволило собрать демографические, социальные и связанные со школой атрибуты (например, возраст ученика, наличие дополнительного образования, образование родителей и т. д.). Пример фрагмента анкеты представлен на рисунке 1.

Цель настоящего исследования состоит в том, чтобы определить реальность осуществления прогнозирования достижений учащихся и по возможности выявить ключевые индикаторы (переменные), которые оказывают существенное влияние на успеваемость учащихся. Для реализации этой цели были выбраны два алгоритма машинного обучения: случайный лес и дерево решений [6]. Для каждого из этих подходов будут проверены три настройки ввода (например, с четвертными отметками и без них).

Анкета для родителей

Анкетирование в рамках исследования возможности прогнозирования успеваемости учащихся

1. Сколько полных лет вашему ребенку?

2. Посещает ли ваш ребенок какие-нибудь занятия в рамках дополнительного образования?

Отметьте только один овал.

Да, да посещает

Нет, не посещает

3. Какой у вас уровень образования?

Отметьте только один овал.

Неполное среднее или ниже

Среднее общее (школа)

Начальное профессиональное (ПТУ, лицей и т.п.)

Среднее специальное (ссуз, колледж, техникум, медицинское училище и т.п.)

Незаконченное высшее (обучение в вузе без получения диплома)

Высшее (диплом специалиста, бакалавра, магистра и т.п.)

Рис. 1. Фрагмент анкеты учащихся и их родителей

Методы исследования

Ведущими методами были выбраны метод анкетирования (письменный опрос) и метод эксперимента.

Этапы эксперимента:

1. Констатирующий этап — выбор алгоритмов машинного обучения для решения задачи прогнозирования отметок учащихся. На данном этапе осуществили анализ существующих алгоритмов машинного обучения и выбрали из них два алгоритма для проведения эксперимента.

2. Формирующий этап — работа с данными учащихся и использование алгоритмов машинного обучения, заключался в обработке и подготовке данных, запуске алгоритмов «дерево решений» и «случайный лес», фиксации результатов эксперимента.

3. Контрольный этап — проведение анализа результатов работы алгоритмов для решения задачи прогнозирования отметок учащихся, который заключался в сравнении метрик прогнозирования по результатам работы алгоритмов «случайный лес» и «дерево решений».

Результаты исследования

Поскольку в изначальной гипотезе предполагалось, что значения четвертных отметок будут иметь большое влияние, для каждого алгоритма машинного обучения были протестированы три входные конфигурации данных (рис. 2):

- вариант А — со всеми переменными из таблицы, кроме итоговой отметки;
- вариант Б — аналог конфигурации А, но без отметок за третью и четвертую четверть;
- вариант В — аналогично Б, но без отметок за все четверти.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	age	Medu	Fedu	Mjob	Fjob	G1	G2	G3	G4	G5
4	15	1	1	at_home	other	4	5	5	5	5
5	14	4	2	health	services	4	4	4	4	4
10	13	3	2	services	other	3	4	3	4	4
11	15	3	4	other	other	3	3	3	3	3
12	14	4	4	teacher	health	4	4	5	5	5

Рис. 2. Данные для прогнозирования успеваемости учащихся

Как и ожидалось, наилучшие результаты дает входная конфигурация данных А. Прогностическая эффективность снижается, когда отсутствуют данные с отметками за третью и четвертую четверть (Б), а худшие результаты получаются тогда, когда не используются отметки учащихся (В). По расчетам метрики точности, алгоритм «случайный лес» показал лучший результат для решения задачи прогнозирования отметок учащихся (точность прогнозирования — 81,4 %), за ним следует алгоритм «дерево решений», который дает результат 64,1 % [7–13].

Тем не менее существуют и другие важные факторы, которые влияют на точность прогнозирования:

- организационные, например количество пропусков, дополнительная поддержка в школе или время в пути;
- демографические, например работа родителей;
- социальные, например прогулки с друзьями, вредные привычки и др.

Заключение

Алгоритмы машинного обучения имеют большой потенциал для их применения в области образования. В данном исследовании рассмотрено прогнозирование

отметок учащихся средних школ по двум предметам: математика и русский язык — с использованием оценок, демографических, социальных и других данных, связанных с учащимися.

Были протестированы два алгоритма машинного обучения: «дерево решений» и «случайный лес». Также были изучены отдельные варианты ввода (например, с четвертными отметками и без них). Полученные результаты показывают, что можно достичь высокой точности прогнозов при условии, что известны четвертные отметки учащихся. Тем не менее анализ результатов работы алгоритмов машинного обучения показывает, что в некоторых случаях существуют и другие важные характеристики, такие как: количество пропусков, причина выбора школы, наличие дополнительного образования, возраст учащегося, работа и образование родителей.

Существует значительный потенциал для формирования среды обучения в режиме онлайн с использованием механизма прогнозирования учащихся. Это позволит собрать дополнительные характеристики (например, отметки за предыдущие школьные годы), а также получить ценные отзывы от школьных специалистов (педагогов и психологов). Кроме того, необходимо расширить эксперимент на большее количество образовательных организаций и временной диапазон, чтобы обогатить базы данных учащихся. Также необходимы дополнительные социологические исследования, чтобы понять, почему такие переменные, как причина выбора школы и работа родителей, влияют на успеваемость учащихся.

Список источников

1. Удодова, О. А. (2014). Организация работы со слабоуспевающими и неуспевающими учащимися на уроке. *Концепт*, 17, 197–204.
2. Гриншкун, В. В. Заславская, О. Ю. (2011). История и перспективы развития программ информатизации образования. *Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования»*, 21, 5–13.
3. Смолина, Е. М. (2021). Методы интеллектуального анализа данных в задачах оценки качества дистанционного образования. *Наука и бизнес: пути развития*, 3(117), 72–75.
4. Шухман, А. Е. (2021). Анализ и прогнозирование успеваемости обучающихся при использовании цифровой образовательной среды. *Высшее образование в России*, 30(8–9), 125–133.
5. Муханов, Д. А. (2021). Применение машинного обучения для прогнозирования успеваемости учащихся. *Студенческая наука Подмосковью*. Сборник материалов Международной научной конференции молодых (с. 321–324.). Орехово-Зуево: Гуманитарно-технологический университет.
6. Гу, Ш. (2022). Основные виды и сферы применения машинного обучения. *Научный аспект*, 3(3), 266–271.
7. Michie, D., Spiegelhalter, D. J., Taylor, C. C. (1994). *Machine Learning, Neural and Statistical Classification*. Ellis Horwood Series in Artificial Intelligence.
8. Kotsiantis, S., Piarrekeas, C., Pintelas, P. (2007). Predicting Students performance in Distance Learning using Machine Learning Techniques. *Applied Artificial Intelligence*, 18, 411–426.

9. Romero, C., Ventura, S. (2007). Educational data mining: A survey from 1995 to 2005. *Expert Systems with Applications*, 135–146.

10. Канаши, А. В. (2021). Интеллектуальный анализ данных для построения моделей машинного обучения в образовании. *Цифровая трансформация — шаг в будущее*. Материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 100-летию Белорусского государственного университета. Минск: Белорусский государственный университет.

11. Хайруллин, А. М. (2020). Машинное обучение как способ решения проблем в сфере образования. *Моя профессиональная карьера*, 1(15), 102–105.

12. Желябин, Д. В. (2021). Анализ различных моделей машинного обучения при классификации многомерных данных в сфере образования. *Современные проблемы проектирования, производства и эксплуатации радиотехнических систем*. Сборник научных трудов (с. 166–172). Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет.

13. Лысенков, А. С. (2020). Технологии машинного обучения и их применение в образовании. *Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы, открытия и достижения*. Сборник статей XVII Международной научно-практической конференции (с. 58–60.). Пенза.

References

1. Udodova, O. A. (2014). Organization of work with underachieving and underachieving students in the classroom. *Scientific and methodological electronic journal*, 17, 197–204. (In Russ.).

2. Grinshkun, V. V., & Zaslavskaya, O. Y. (2011). History and prospects of development of informatization programs of education. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*, 21, 5–13. (In Russ.).

3. Smolina, E. M. (2021). Methods of data mining in problems of assessing the quality of distance education. *Science and business: ways of development*, 3(117), 72–75. (In Russ.).

4. Shukhman, A. E. (2021). Analysis and forecasting of students' academic performance using the digital educational environment. *Higher education in Russia*, 30(8–9), 125–133. (In Russ.).

5. Mukhanov, D. A. (2021). The use of machine learning to predict student performance. *Student science in the Moscow region*. A collection of materials of the International Scientific Conference of Young Scientists (pp. 321–324). Orekhovo-Zuyevo. (In Russ.).

6. Gu, Sh. (2022). The main types and fields of application of machine learning. *Scientific aspect*, 3(3), 266–271. (In Russ.).

7. Michie, D., Spiegelhalter, D. J., Taylor, C. C. (1994). *Machine Learning, Neural and Statistical Classification*. Ellis Horwood Series in Artificial Intelligence.

8. Kotsiantis, S., Piarrekeas, C., Pintelas, P. (2007). Predicting Students performance in Distance Learning using Machine Learning Techniques. *Applied Artificial Intelligence*, 18, 411–426.

9. Romero, C., Ventura, S. (2007). Educational data mining: A survey from 1995 to 2005. *Expert Systems with Applications*, 135–146.

10. Kanash, A. V. (2021). Intelligent data analysis for building machine learning models in education. *Digital transformation — a step into the future*. Materials of the II International Scientific and Practical Conference of Young Scientists dedicated to the 100th anniversary of the Belarusian State University (pp. 135–139). Minsk: Belarusian State University. (In Russ.).

11. Khairullin, A. M. (2020). Machine learning as a way to solve problems in the field of education. *My professional career*, 1(15), 102–105. (In Russ.).
12. Zhelyabin, D. V. (2021). Analysis of various machine learning models in the classification of multidimensional data in the field of education. *Modern problems of design, production and operation of radio engineering systems*. A collection of scientific works (pp. 166–172). Ulyanovsk: Ulyanovsk State Technical University. (In Russ.).
13. Lysenkov, A. S. (2020). Machine learning technologies and their application in education. *Science and innovation in the XXI century: current issues, discoveries and achievements*. Collection of articles of the XVII International Scientific and Practical Conference (pp. 58–60). Penza. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию: 15.06.2022;
одобрена после рецензирования: 04.08.2022;
принята к публикации: 02.09.2022.

The article was submitted: 15.06.2022;
approved after reviewing: 04.08.2022;
accepted for publication: 02.09.2022.

Информация об авторах:

Татьяна Васильевна Побединская — руководитель продукта, ООО «Мобильное электронное образование», Москва, Россия,
0724tatiana@gmail.com

Ольга Юрьевна Заславская — профессор, доктор педагогических наук, профессор, профессор департамента информатизации образования, Институт цифрового образования, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия,
zaslavskaya@mgpu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6119-8271>

Information about authors:

Tatiana V. Pobedinskaya — Product Owner, LLC «Mobile e-education», Moscow, Russia, Moscow, Russia,
0724tatiana@gmail.com

Olga Yu. Zaslavskaya — Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Informatization of Education. Institute of Digital Education, Moscow City University, Moscow, Russia,
zaslavskaya@mgpu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6119-8271>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.



Научная статья

УДК 74.202

DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.07

СМОЖЕТ ЛИ РОБОТ НАУЧИТЬ РИСОВАТЬ?

Алексей Юрьевич Львов¹,
Наталья Сергеевна Львова²

¹ Московский городской педагогический университет, Москва, Россия,
a@lvovlife.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8953-6132>

² Московский государственный областной университет, г. Мытищи, Московская область, Россия,
ns.lvova@mgou.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0623-3641>

Аннотация. В статье рассмотрены исторические аспекты формирования методов обучения рисованию в России, а также концепция перспективного развития данного направления с применением современных технологий машинного обучения и робототехнических решений, актуальных в рамках информатизации образования. Цель исследования состоит в том, чтобы обозначить вектор потенциального развития современных методов художественного образования в сторону их симбиотического сочетания с передовыми технологиями для достижения эмерджентности. *Задачи исследования:* изучить развитие методов обучения рисованию; на основе классификации педагогических активностей выделить основное направление для исследования возможности применения робота-ассистента в процессе обучения рисованию; синтезировать на основе полученных данных концептуальное решение по использованию робота-ассистента в образовательном процессе.

Ключевые слова: антропоморфный робот; робот-ассистент; обучение рисованию; перенос стилей; образовательная робототехника.

Original article

UDC 74.202

DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.07

WILL THE ROBOT BE ABLE TO TEACH YOU HOW TO DRAW?

*Aleksey Yu. Lvov*¹,*Natalia S. Lvova*²

¹ Moscow City University, Moscow, Russia,
a@lvovlife.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8953-6132>

² Moscow Region State University, Mytishchi, Moscow region, Russia,
ns.lvova@mgou.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0623-3641>

Abstract. The article discusses the historical aspects of the formation of methods of teaching drawing in Russia, as well as the concept of the long-term development of this direction with the use of modern machine learning technologies and robotic solutions relevant in the framework of informatization of education. *The purpose of the study* is to identify the vector of potential development of modern methods of art education in the direction of their symbiotic combination with advanced technologies to achieve emergence. *The objectives of the study* are to study the development of methods of teaching drawing, on the basis of the classification of pedagogical activities, to identify the main direction for the study of the possibility of using a robot assistant in the process of teaching drawing, to synthesize on the basis of the data obtained a conceptual solution for the use of a robot assistant in the educational process.

Keywords: anthropomorphic robot; assistant robot; drawing training; style transfer; educational robotics.

Для цитирования: Львов, А. Ю., Львова, Н. С. (2022). Сможет ли робот научить рисовать? Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования», 4(62), 83–95. DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.07

For citations: Lvov, A. Yu., Lvova, N. S. (2022). Will the robot be able to teach you how to draw? *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*, 4(62), 83–94. <https://doi.org/10.25688/2072-9014.2022.62.4.07>

Введение

Вопрос применения антропоморфных роботов в качестве ассистента преподавателя поднимался нами уже неоднократно [1–5]. Существует несколько аспектов, повлиявших на заинтересованность в проведении исследований в данном направлении. С одной стороны, на текущий момент элементы образовательной робототехники активно используются как средство повышения мотивации учеников и улучшения качества образования в рамках преподавания информатики, технологии и робототехники как таковой. Иные дисциплины в общем и дополнительном образовании по существующим стандартам и методологиям не подразумевают использование робототехники в учебном процессе.

С другой стороны, параллельно со всеобщей информатизацией общества активно развивается информатизация образования в целом: системы дистанционного обучения и коммуникаций, электронные образовательные материалы, системы контроля и многое другое [6]. Немаловажным фактором, который способствует динамичному внедрению подобных технологий, является интенсивное развитие информационных технологий в различных прикладных областях: машинное обучение, облачные вычисления, промышленная и социальная робототехника.

За последнее десятилетие в нашу жизнь прочно вошли роботы-пылесосы и роботы-курьеры, системы идентификации по биометрическим данным и голосовые помощники; при этом важно понимать, что подобные технологические решения не создаются за один день, им предшествуют годы целенаправленных исследований, разработки, апробации. Таким образом, существует понимание факта необходимости проведения исследований в области образовательной робототехники с позиции процессов информатизации и формирования новых методов обучения [7].

Сегодня наше общество стоит на пороге важных изменений в сфере информационных и телекоммуникационных технологий, но нельзя отрицать то, насколько велика роль изобразительного искусства в воспитании и обучении подрастающего поколения. История становления художественного образования в России, уставы и учебные планы учебных заведений¹ свидетельствуют о том, что рисование как учебный предмет появилось в начале XIX века.

В тот период занятия рисованием строились по копировальному методу обучения. Реформатором стал А. П. Сапожников, который приучал воспитанников во время работы не бездумно копировать, а мыслить, рассуждать, анализировать [8, с. 16]. Со временем, к концу XIX – началу XX века, сложились определенные методические основы рисования с натуры: наблюдение, подражание и мышление. В начале XX века создается петербургское общество учителей рисования, деятельностью которого стала разработка методов проведения уроков изобразительного искусства в начальной школе [8, с. 62]. В тот период начальное обучение рисованию строилось на основе опубликованных зарубежных работ, но отечественные педагоги, используя опыт зарубежных коллег, расширили виды учебной работы, добавив, кроме рисования с натуры всеми способами, рисование и вырезание из бумаги, тематическое рисование, иллюстрирование литературных произведений, лепку, рассматривание картин.

В послереволюционной России преобладает теория свободного воспитания, которая подкреплена «Основными принципами трудовой школы», и, к сожалению, вопросами обучения изобразительному искусству занимаются не педагоги-художники, а психологи, искусствоведы и литераторы. Но, к счастью, разработанные

¹ Алешинцев И. А. (1912). *История гимназического образования в России (XVIII и XIX век)*. Санкт-Петербург: издание О. Богдановой. URL: <https://www.prlib.ru/item/416751> (дата обращения: 23.06.2022).

образовательные программы 1927 года вновь обратили внимание на художественное воспитание. В послевоенные годы общеобразовательные программы по рисованию ориентируются на традиционные методики конца XIX века, и уже к середине 50-х годов появилась программа обучения реалистическому рисунку.

Развал Союза Советских Социалистических Республик повлек обилие экспериментов в художественной образовательной практике, которые привели к существенному сокращению уроков рисования. На текущий момент Российская академия художеств и Российская академия образования занимаются решением вопросов образования и воспитания молодого поколения и обеспокоены активным внедрением в учебный процесс информационных технологий и переносом интеллектуального осмысления окружающей действительности в сферу визуального восприятия и развития [8, с. 144]. Но, если рассматривать сложившуюся ситуацию только с одной стороны, со стороны художника педагога, авторы полагают, что отставание в этой сфере деятельности, особенно с учетом семимильных шагов в развитии цифровых технологий, будет только увеличиваться. Академик С. П. Ломов отметил: «Именно рисование с натуры в союзе с компьютерными технологиями позволит развить и сформировать новое научное мировоззрение, способное адекватно и эффективно воздействовать на человека и существенно расширить границы его непосредственного взаимодействия с окружающим миром» [9, с. 12].

Исходя из исторического обзора методов обучения рисованию, личного практического опыта авторов и педагогов художников [10, 11], были выявлены следующие противоречия:

- обучение рисованию строится на основе комплекса различных методов и методических приемов, преимущественно с опорой на традиционные идеи отечественной художественной педагогики; недостаточно уделяется внимание потенциалу альтернативных идей с использованием новейших разработок в области цифровых технологий;
- неготовность художников-педагогов принять произведения генеративного искусства.

Методы исследования

Для решения поставленной проблемы проводился анализ существующих технологий и последующий синтез концепций перспективных методов их эмерджентного использования.

Результаты исследования

На начальных этапах исследования была создана классификация видов деятельности педагогических работников, в которых робот мог быть применен в качестве либо ассистента, либо полноценной замены. Результаты данной классификации в сжатом виде представлены на рисунке 1 в виде интеллект-карты.

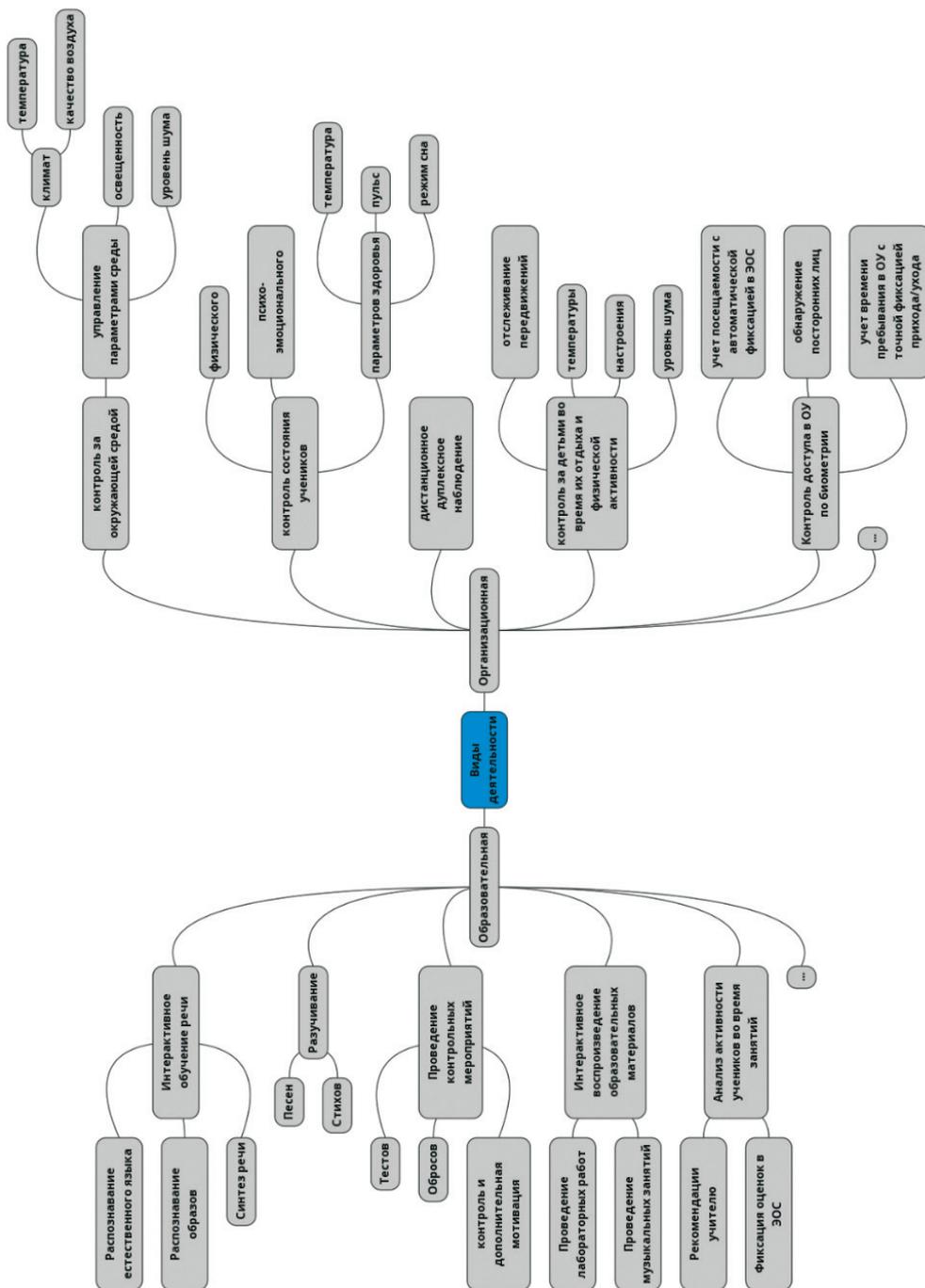


Рис. 1. Классификация видов деятельности

Из данной классификации наглядно прослеживается широкий спектр применения роботов в образовательном процессе. При этом важно заметить тот факт, что антропоморфный робот является универсальным исполнителем и может выполнять одновременно несколько заложенных функций, выполняя основное предназначение — помогать человеку в его труде, облегчать его, увеличивать производительность и повышать качество.

Хотелось бы поставить акцент на том факте, что любой робот — это сложный программно-аппаратный комплекс. Именно от наличия этих двух составляющих: аппаратной, позволяющей роботу принимать физическое участие в процессах, и программной, которая формирует возможности робота, — а также их эмерджентного использования создается возможность органично ввести антропоморфного робота в образовательный процесс.

Анализ исторического развития антропоморфной техники и существующих решений [1] показывает стабильный интерес технологических компаний к исследованиям в этой области — только по результатам 2022 года мы можем наблюдать большой прогресс в создании достаточно функциональных антропоморфных роботов: с разницей меньше месяца были представлены Xiaomi Unveils CyberOne² и Tesla Bot³. В рамках наших исследований мы использовали малого антропоморфного робота [12], разработанного сотрудниками и студентами Казанского федерального университета [13] (рис. 2).



Рис. 2. Робот РОМА (робот малый антропоморфный)

² URL: <https://www.mi.com/global/discover/article?id=2754> (дата обращения: 23.06.2022).

³ URL: <https://www.tesla.com/AI> (дата обращения: 23.06.2022).

Как уже было упомянуто ранее, второй важный фактор, влияющий на эффективность использования робота, — программная составляющая. Так как в рамках данной статьи мы говорим о процессе обучения рисованию, то в контексте программного обеспечения нам необходимо обратить внимание на системы машинного обучения, в частности на системы стилизации изображений при помощи нейронных сетей. Возможность стилизовать изображение в технике живописи известных авторов сформировалась не так давно [14], но исследования в данной области [15] позволили получить значимые результаты и сформировать отдельное направление в области компьютерного зрения и обработки изображений [16] (рис. 3).

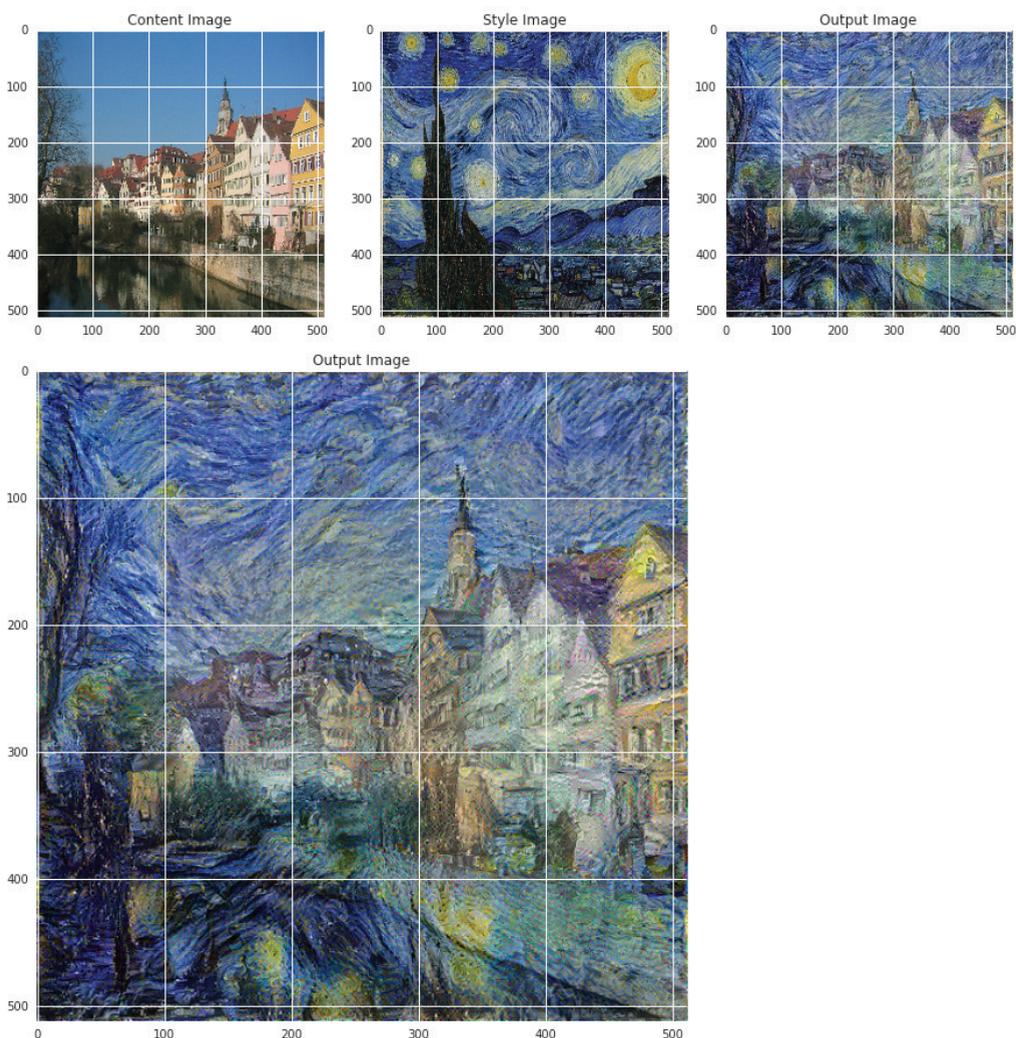


Рис. 3. Пример наложения стиля («Image of Tuebingen», Andreas Praefcke под лицензией GFDL или CC BY 3.0 и «Starry Night», Vincent van Gogh, публичное достояние)

Таким образом можно применить к любому изображению авторский стиль любого известного художника, и конечное изображение будет выглядеть так, как будто его написал, например, Иван Айвазовский, Питер Брейгель или Сальвадор Дали. Звучит как фантастика, но современные технологии позволяют осуществлять подобное с достаточно высокой степенью детализации. Хотя они и далеки от совершенства, но их развитие не стоит на месте: менее чем за 10 лет прошли от состояния «это невозможно» до «выглядит вполне похоже», что позволяет надеяться на очень высокие результаты уже в ближайшем будущем.

Как же все вышеперечисленное можно применить в процессе обучения живописному рисунку, принимая во внимание, что это достаточно трудоемкий и сложный процесс? Каждый мазок художника — это некая искра творческого процесса, который возникает из высоких материй, отображаясь красками на полотне, нотами на музыкальном стане, буквами на листе бумаги. В каждое мгновение мазок зависит от внешних факторов: настроения самого художника, погоды, окружающих звуков и т. п. Это одна сторона проблемы. С другой стороны, ключевым моментом образовательного процесса является повторяемость, а при подобных вводных повторяемость просто невозможна.

Обучая студентов или школьников, преподаватель, так или иначе, попадает под влияние текущих окружающих факторов, набор которых и их влияние в процессе обучения учеников следующего года будут уже иными: человек повзрослеет на год, приобретет определенный опыт в работе; за это время может произойти множество событий, которые окажут влияние на его мировоззрение, и т. п. Поэтому утверждать, что в следующем году, со следующим потоком учеников преподаватель сможет в точности повторить процедуру отработки тех или иных навыков или будет читать лекцию с точностью воспроизведения тех же слов, просто невозможно.

С одной стороны, это неплохо, так как педагог совершенствуется и каждый новый курс обучающихся будет получать более качественный учебный материал, но, с другой стороны, существует и обратная возможность под влиянием негативных факторов. Поэтому необходимо сформулировать концепцию, при помощи которой можно стабилизировать этот процесс, научить студентов не только узнавать художников по их мазку, но и создавать свои произведения, подражая великим мастерам искусства.

Хотелось бы отметить тот факт, что авторы статьи не ставят на одну чашу весов произведения великих мастеров и произведения, созданные с помощью машинного обучения.

В контексте данной работы мы делаем упор на обучение с помощью современных технологических средств, но при использовании изображений, сгенерированных компьютером, мы получаем повторяемость, которая так важна в образовательном процессе.

Дополнительную помощь в этом процессе нам оказывает современная робототехника. На текущий момент роботы умеют сваривать с микронной точностью корпус автомобиля, собирать сложную электронику и многое другое.

Если вложить в руку робота кисть, то с помощью специальной программы, которая будет адаптировать обработку изображений при помощи средств машинного обучения к смешиванию красок и их наложению на холст роботизированной рукой, то мы можем получить совокупный программно-аппаратный комплекс, который в состоянии год за годом, вне зависимости от времени суток, сезона, здоровья, происходящих вокруг событий, шумности в аудитории и других причин, которые так или иначе могут влиять на педагога, создавать повторяемый результат.

Дискуссионные вопросы

В ходе написания данной работы были рассмотрены только некоторые теоретические концепции применения робота в качестве ассистента учителя на занятиях по изобразительному искусству. Важно осознавать тот факт, что многие существующие технологии, уже используемые в мире, еще пять-десять лет назад казались фантастическими, поэтому авторы статьи акцентировали внимание только на тех технологиях, которые существуют на текущий момент. Еще предстоит обсудить учебное методическое сопровождение и потенциальные способы их применения с развитием и совершенствованием технологий, которые становятся лучше и совершеннее.

Заключение

Рассуждая о реализации подобных возможностей, необходимо понимать, что комплекса, способного в полной мере реализовать все элементы образовательного процесса по обучению живописи и другим художественным дисциплинам, на данный момент пока нет. Разрозненные эксперименты в данной области на современном этапе позволяют формализовать требования к подобного рода системам, очертить круг нерешенных пока проблем, улучшить существующие компоненты.

Развитие современных технологий машинного обучения и робототехники в совокупности с формализованными критериальными требованиями в конечном итоге позволят создать образовательный продукт, который возможно будет включить органичным образом в образовательный процесс: преподаватель формирует запрос на исполнение и робот, нанося мазок за мазком с нужной скоростью, необходимыми паузами, внося устные пояснения обучающимся, что конкретно происходит на данном этапе, проходит весь путь создания художественного произведения — от чистого холста до конечного результата, — тем самым создавая практически идеальные условия для образовательного процесса, позволяющие добиться максимального эффекта в области, которая, казалось, так далека от технологического процесса.

Список источников

1. Львов, А. Ю. (2021). Антропоморфный робот в образовании. #ScienceJuice2021. Сборник статей и тезисов (с. 519–526). Москва: Парадигма.
2. Львов, А. Ю. (2020). Социальный антропоморфный робот — ассистент учителя. *Математика и информатика в образовании и бизнесе*. Сборник материалов Международной научно-практической конференции (с. 331–335). Москва: Aegitas.
3. Львов, А. Ю. (2020). План урока для андроидного робота. *Физика, математика, информатика и инновационные методы обучения*. Материалы Международной студенческой научно-практической конференции (с. 8–11). Минск: Белорусский государственный педагогический ун-т.
4. Львов, А. Ю. (2020). Сможет ли антропоморфный робот стать ассистентом учителя? *Актуальные проблемы теории и практики обучения физико-математическим и техническим дисциплинам в современном образовательном пространстве*. Материалы IV Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции, посвященной 75-летию факультета физики, математики, информатики Курского государственного университета (Курск, 16–17 декабря 2020 г.) (с. 385–387). Курск: Курский государственный университет.
5. Лазарев, М. С., Львов, А. Ю., Фадеев, А. Ю. (2019). Перспективы применения антропоморфных роботов в образовательном процессе. *Сборник научных работ XVIII Всероссийской научно-практической конференции молодых исследователей образования* (с. 465). Москва: МГППУ.
6. Григорьев, С. Г., Гриншкун, В. В., Реморенко, И. М. (2014). «Умная аудитория» — шаг на пути к интеграции средств информатизации образования. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Информатизация образования»*, 1, 16–26.
7. Акишина, А. А. [и др.] (2021). *Национальные интересы и вопросы регионального развития в системе приоритетов международной деятельности российских университетов*. Москва: РИОР. 266 с.
8. Ломов, С. П., Ломова Н. Ф. (2018). *История и теория методов обучения рисованию в школах России*. Монография. Москва: Научно-исследовательский институт истории, экономики и права. 170 с.
9. Ломов, С. П. (2018). Образование через искусство. *Искусство и образование: методология, теория, практика*, 1, 10–12.
10. Чистов, П. Д., Витковский, А. Н. (2022). Творческая мастерская как основа образовательной модели в высшем художественно-педагогическом образовании. *Наука и школа*, 1, 176–186.
11. Савинов, А. М. (2021). Применение информационных технологий в процессе обучения академическому рисунку. *Проблемы художественно-технологического образования в школе и вузе*. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Киров, 15 октября 2021 г. (с. 136–140). Киров: Межрегиональный центр инновационных технологий в образовании.
12. Сиразетдинов, Р. Т., Фадеев, А. Ю., Хисамутдинов, Р. Э. (2019). Новые технологии образования на основе малоразмерного антропоморфного робота РОМА. *Информатика и образование*, 1(300), 33–39.
13. Деваев, В. М., Сиразетдинов, Р. Т., Фадеев, А. Ю., Хисамутдинов, Р. Э., Кашапов, Н. Ф. (2020). Образовательно-исследовательский комплекс робот малый антропоморфный. *Патент № 2718513 С1 Российская Федерация, МПК В25J 9/16*,

B25J 9/22. № 2019122066: заявл. 12.07.2019; опубл. 08.04.2020; заявитель: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» (ФГАОУ ВО КФУ).

14. Gatys, L. A., Ecker, A. S., Bethge, M. (2015). A Neural Algorithm of Artistic Style. *Journal of Vision*, August 2015, arXiv:1508.06576 [cs.CV]. URL: <https://arxiv.org/abs/1508.06576v2> (дата обращения: 23.06.2022).

15. Yuan R. (2018, August 3). Neural Style Transfer: Creating Art with Deep Learning using tf keras and eager execution. Date of publication: Aug 3, 2018. *Medium*. URL: <https://medium.com/tensorflow/neural-style-transfer-creating-art-with-deep-learning-using-tf-keras-and-eager-execution-7d541ac31398> (дата обращения: 23.06.2022).

16. *Викиконспекты* (н.д.). Neural Style Transfer. URL: https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Neural_Style_Transfer (дата обращения: 23.06.2022).

References

1. Lvov, A. Yu. (2021). Anthropomorphic robot in education. #ScienceJuice2021. Collection of articles and theses (pp. 519–526). Moscow: Paradigm. (In Russ.).

2. Lvov, A. Yu. (2020). Social anthropomorphic robot — teacher’s assistant. *Mathematics and computer science in education and business*. A collection of materials of the international scientific and practical conference (pp. 331–335). Moscow: Aegitas. (In Russ.).

3. Lvov, A. Yu. (2020). Lesson plan for an android robot. *Physics, mathematics, computer science and innovative teaching methods*. Materials of the international student scientific and practical conference (pp. 8–11). Minsk: Belarusian State Pedagogical University un-t. (In Russ.).

4. Lvov, A. Yu. (2020). Will an anthropomorphic robot be able to become a teacher’s assistant? *Actual problems of theory and practice of teaching physics, mathematics and technical disciplines in the modern educational space*. Materials of the IV All-Russian (with international participation) scientific and practical conference dedicated to the 75th anniversary of the Faculty of Physics, Mathematics, Computer Science of Kursk State University, Kursk, 2020, December 16–17 (pp. 385–387). Kursk: Kursk State University. (In Russ.).

5. Lazarev, M. C., Lvov, A. Yu., & Fadeev, A. Yu. (2019). Prospects for the use of anthropomorphic robots in the educational process. *Collection of scientific papers of the XVIII All-Russian Scientific and Practical Conference of young researchers of education* (p. 465). Moscow: MGPPU. (In Russ.).

6. Grigoriev, S. G., Grinshkun, V. V., & Remorenko, I. M. (2014). «Smart audience» — a step towards the integration of educational informatization tools. *RUDN Journal of Informatization in Education, 1*, 16–26. (In Russ.).

7. Akishina, A. A. [et al.] (2021). *National interests and issues of regional development in the system of priorities of international activities of Russian universities*. Moscow: RIOR, 266 p. (In Russ.).

8. Lomov, S. P., & Lomova, N. F. (2018). *History and theory of methods of teaching drawing in Russian schools*. Monograph. Moscow: Research Institute of History, Economics and Law. 170 p. (In Russ.).

9. Lomov, S. P. (2018). Education through art. *Art and education: methodology, theory, practice, 1*, 10–12. (In Russ.).

10. Chistov, P. D., & Vitkovsky, A. N. (2022). Creative workshop as the basis of an educational model in higher art and pedagogical education. *Science and school*, 1, 176–186. (In Russ.).
11. Savinov, A. M. (2021). Application of information technologies in the process of teaching academic drawing. *Problems of art and technological education at school and university*. Collection of materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Kirov, October 15, 2021 (pp. 136–140). Kirov: Interregional Center for Innovative Technologies in Education.
12. Sirazetdinov, R. T., Fadeev, A. Yu., & Hisamutdinov, R. E. (2019). New technologies of education based on a small-sized anthropomorphic robot ROMA. *Informatics and education*, 1(300), 33–39. (In Russ.).
13. Devaev, V. M., Sirazetdinov, R. T., Fadeev, A. Yu. Hisamutdinov, R. E., & Kashapov, N. F. (2020). Educational and research complex robot small anthropomorphic. *Patent No. 2718513 C1 Russian Federation, IPC B25J 9/16, B25J 9/22. No. 2019122066: application 12.07.2019: publ. 08.04.2020; applicant federal state autonomous Educational Institution institution of higher education "Kazan (Volga Region) Federal University" (FGAOU IN KFU)*. (In Russ.).
14. Gatys, L. A., Ecker, A. S., Bethge, M. (2015). A Neural Algorithm of Artistic Style. *Journal of Vision*, August 2015, arXiv:1508.06576 [cs.CV]. <https://arxiv.org/abs/1508.06576v2> (accessed: 23.06.2022).
15. Yuan R. (2018, August 3). Neural Style Transfer: Creating Art with Deep Learning using tf keras and eager execution. Date of publication: Aug 3, 2018. *Medium*. <https://medium.com/tensorflow/neural-style-transfer-creating-art-with-deep-learning-using-tf-keras-and-eager-execution-7d541ac31398> (accessed: 23.06.2022).
16. *Wikiconnects* (n.d.). Neural Style Transfer. https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Neural_Style_Transfer (accessed: 23.06.2022).

Статья поступила в редакцию: 15.06.2022;
одобрена после рецензирования: 04.08.2022;
принята к публикации: 02.09.2022.

The article was submitted: 15.06.2022;
approved after reviewing: 04.08.2022;
accepted for publication: 02.09.2022.

Информация об авторах:

Алексей Юрьевич Львов — аспирант Института цифрового образования, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия,
a@lvovlife.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8953-6132>

Наталья Сергеевна Львова — кандидат педагогических наук, доцент кафедры средового дизайна, Московский государственный областной университет, г. Мытищи, Московская область, Россия,
ns.lvova@ru, <http://orcid.org/0000-0003-0623-3641>

Information about authors:

Aleksey Yu. Lvov — graduate Student at Institute of Digital Education, Moscow City University, Moscow, Russia,
a@lvovlife.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8953-6132>

Natalia S. Lvova — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Environmental Design, Moscow Region State University, Mytishchi, Moscow region, Russia,
ns.lvova@mgou.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0623-3641>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Original article

UDC 37.013.46

DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.08

**THE NEW ROLE OF SIGNALING IN EDUCATION:
STUDENT PERSPECTIVE****Elizaveta A. Osipovskaya**¹ ✉,
Anastasiia A. Savelyeva²

¹ RUDN University, Moscow, Russia,
osipovskaya-ca@rudn.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4192-511X>

² University of Tyumen, Tyumen, Russia,
savelyeva.ana@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7727-9850>

Abstract. Today there is a belief that much of higher education in our society is «signalling». The brand of the university serves as a sign of a prestigious educational institution in the eyes of the applicant. Unfortunately, the university brand does little to improve students' skills. Mismatch between skills and jobs lead to companies' commitment to prioritize skills over degrees. Therefore, the students are no longer motivated by the university brand for fear of sending a negative signal. The extent to which education acts as a signal and how reliable it could be for students is still unknown. The purpose of the study: is to consider how to reduce waste in the education system and how we might go about limiting its negative signals. The research objectives are to consider the recent studies on the field of higher education (HE) about student choice of universities and identify benefits and drawbacks of signalling in the education system from the student perspective. Authors also suggest recommendations of how to generate alternative positive signals that influence the applicants' choice of the university. The university brand is no longer the dominant signal of quality for students, there are more alternative ones. We believe that universities may benefit from marketing with the focus on future career impact, forms of study and comfort learning environment.

Keywords: signalling; higher education; human capital; student perspective; university brand.

Научная статья

УДК 37.013.46

DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.08

НОВАЯ РОЛЬ СИГНАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ СТУДЕНТА

Елизавета Андреевна Осиповская¹ ✉,
Анастасия Алексеевна Савельева²

¹ Российский университет дружбы народов, Москва, Россия,
osipovskaya-ea@rudn.ru

² Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия,
savelyeva.ana@gmail.com

Аннотация. Сегодня принято считать, что высшее образование характеризуется преобладанием сигнальной функции. Абитуриент при выборе университета опирается исключительно на имидж учебного заведения. К сожалению, популярность бренда не всегда положительно отражается на квалификации студентов. Несоответствие между навыками выпускников и требованиями рынка приводит к тому, что компании отдают предпочтение профессиональным способностям, нежели наличию корочки. Поэтому во избежание создания негативных сигналов для рынка труда абитуриенты больше не ориентируются на популярность бренда при выборе вуза. До какой степени роль образования сводится к сигнальной и насколько надежной она может быть для студентов, пока неизвестно. Цель данной статьи — рассмотреть, как уменьшить негативный сигнальный эффект высшего образования. В статье рассмотрены последние исследования, связанные с критериями выбора вуза абитуриентами. Определены преимущества и недостатки сигнальной функции системы образования с точки зрения студента. Предложены рекомендации по формированию альтернативных позитивных сигналов, влияющих на выбор абитуриента. Бренд университета больше не является доминирующим сигналом качества получаемого образования для студентов, сегодня появилось гораздо больше альтернативных сигналов. Считаем, что университеты могут извлечь выгоду из продвижения, сделав в рекламных сообщениях акцент на положительном влиянии учебного заведения на развитие будущей карьеры, наличие разнообразных форматов обучения и комфортной учебной среды.

Ключевые слова: сигнальная модель; высшее образование; человеческий капитал; студенческая перспектива; бренд университета.

For citation: Osipovskaya, E. A., & Savelyeva, A. A. (2022). The new role of signaling in education: student perspective. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*, 4(62), 96–108. <https://doi.org/10.25688/2072-9014.2022.62.4.08>

Для цитирования: Осиповская, Е. А., Савельева, А. А. (2022). Новая роль сигнальной функции образования с точки зрения студента. *Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования»*, 4(62), 96–108. (In English). DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.08

Introduction

Today the education market is the meeting point of agents that are divided into two large categories: buyers and sellers of educational goods and services. The buyer (applicant, students, parents) is the one who pays the price of these goods to gain an educational human capital and get the diploma. The seller (teacher, school, university) determines a monetary equivalent of these services. But it is critical to note that buyer's motivation is much more complex. However, they are often interested not so much in acquiring knowledge and skills as in the totally opposite non-economic result. The central buyer's top priority is still receiving the education certificate. There are two reasons for that: 1) the diploma is a necessary formal requirement for many companies; 2) to send a positive signal to the labor market about a student's potential productivity [1]. Today receiving a diploma is considered as a sign of social approval, belonging to a certain caste, a renowned university.

Therefore, today there is a belief that much of higher education in our society is «signalling». Signalling theory focuses on the symbolic and social value that education holds. It shifts attention to the messages that education communicates in the labor market rather than the effect it has on students. According to the Spence theory, people have various levels of innate ability but no easy way to communicate those skills to the outer world. Whereas human capital theory's understanding of education suggests that by learning, workers acquire new skills, and bring a lot of economic value to employers [2]. Therefore, educated workers can accomplish more in less time because of the greater skills they gained in schools.

In the context of the job market, signalling occurs when a person benefits from an education credential, demonstrable qualifications but not pre-existing traits or skills. The brand of the university serves as a sign of a high-potential employee in the eyes of the employer. The list of indicators ranges from the legal status as Moscow State University (MSU) and St. Petersburg State University to the list of universities that participate in the federal academic leadership program Priority 2030. This signal is hard to fake, that is why it is used as a filter for employers seeking to recruit for a particular set of skills. For instance, passing the Cambridge C1 Advanced English exam might signal that a person is a proficient user of the English language. Getting a place at MSU might reveal that a person is capable of impressing MSU tutors sufficiently to be enrolled. Completing a PhD might expose that a person can be effective in planning and managing a long-term research project. In each of these cases, the candidate may have had the desired ability long before they studied for the qualification, but the qualification makes that ability clear to the labor market.

The same shall apply in the case of a student's decision when submitting documents to the university. A young entrant is guided by the signals. The process of choosing the university is probably one of the most tough and crucial decisions for a high school graduate, who is affected by various factors such as school,

groupmates, parents, friends, trends etc. However, there are researches that revealed additional aspects that the applicant takes into account while choosing a university. There are five first dimensions: the quality of education in the priority field of study, the university reputation, qualified and experienced university teachers, the university location, and the university ranking.

According to the last information letter of the High School of Economics (HSE) “Monitoring of the Economics of Education”, the strong demand for higher education in Russia is dictated by the fact that applicants and their families think that undergraduate degree offers a high return on investment and allows to repay the loans in full. The diploma guarantees that university graduates earn twice as much than school graduates. However, this advantage depends on the level of education received, the type of university, the field of study, the region of employment, the educational strategy, and academic achievements that are demonstrated as the results of training.

Concerning the academic qualification, the researchers from HSE claim that bachelor’s and master’s degrees in most cases are perceived as a whole, and students often enter the magistracy right after undergraduate studies. It was reported that only 14 % take a gap year. If the majority of undergraduate students focused primarily on the quality of education at the university, then when choosing a university for a master’s program, the decisive factor was the personal experience of studying at a particular university (52 %). The authors also of the view that magistracy is a convenient way to delay entry into the labor market [3].

The current researchers note the so-called “reverse degree inflation” trend. More companies are dropping the requirement for a bachelor’s degree to attract the workers they need. Multiple technology companies have publicly announced their commitment to prioritize skills over degrees in IT occupations, according to a recent study from Harvard Business Review and Emsi Burning Glass, a leading labor market data company. More than 51 million jobs posted between 2017 and 2020 were analyzed for the study [4].

If not having a college degree does not diminish chances of securing a good job, then what are companies looking for? The studies indicate that employers and students have different expectations. Levitskaya and Pokrovskaya argue that the key factors influencing the skills acquisition for young generation are:

- motivation, educability, progress in assimilation of information;
- level of personal development, availability of background knowledge, skills, capacity to give feedbacks;
- gradual transition from one level to another.

In contrast, the employers give less significance to knowledge as it quickly becomes outdated and irrelevant. Company executives and HR professionals rely on soft skills (critical thinking, creativity, communication skills and adaptivity) [5].

According to the National Qualifications Development Agency (NQDA) and the Russian Public Opinion Research Center (VCIOM), the most prominent competencies of graduates that matter for employers can be divided into three

groups: thinking (ability to solve problems), interaction with others (including communication skills and emotional intelligence), and self-organization (that includes self-control, time management and self-development). For the entire world each person should possess these universal competencies regardless of the field of activity [6].

Taken together, the core problems can be summarized as follows:

1. The employer's requirement of having a degree and wage benefits of education lead to educational inflation and credentialism.
2. The university brand does little to improve students' skills but may be used primarily to «signal» their abilities.
3. Companies have long used the university degree as a proxy for job competency, but it has not been justified.
4. Employers indicate insufficient training at the educational institutions.

It turns out that the signalling can have substantial downsides, because it does not support better 'matching' between students and jobs. Therefore, we assume that the lack of demand for education certificates can potentially lead to the trend that the university brand is no longer the dominant signal of quality for students. Therefore, the purpose of the paper is to decompose the learning process into positive and negative signals that influence the applicants' choice of the university and give recommendations of how universities can get more value from it.

Methodology

Based on the current studies about university applicants' attitudes and enrollment decisions, we identify benefits and drawbacks of signalling in the education system.

Positive signals

Prestige and the university brand. 73 % of Russian young people noted that the most crucial factor in choosing a university is its brand and academic reputation [7]. Demand creates supply and universities have to focus on the following trend. Therefore, educational institutions are intended primarily for the quality of their diploma as a signal of graduate student productivity, but not for improving the quality of the learning process. This has led to a situation where universities do not improve the quality and efficiency of education but produce information that the quality is improving.

Employment. Results from i-graduate's 2022 International Student Barometer reveal that "future career impact" is a top factor in university decision-making [8]. Therefore, the cooperation of HE institutions with the business sector is highly essential. Today there are examples of the collaboration of the leader of Russia's petroleum industry Rosneft with Siberian Federal University, oil and gas company Lukoil with Russian State University of Oil and Gas (NRU) named

after I. M. Gubkin, HSE Institute of Education with interactive online English learning school and educational software developer Skyeng and Far East Federal University with Samsung IT Academy.

Learning environment. It encompasses learning resources and technology, means of teaching, modes of learning, and connections to societal and global contexts. Leading examples of non-traditional learning environments include Quest University. It is Canada's private, not-for-profit, secular liberal arts and sciences university. It is located in beautiful Squamish that is surrounded by mountains like the Stawamus Chief, a huge granite monolith. In the first two years, students have the equal set of 16 courses, including humanities, social sciences, exact sciences, and natural sciences. The university does not have the semester system, the courses don't run for a whole semester or quarter. Instead, students take one Block at a time, a single course that meets for three hours each weekday for about a month. The Block Plan is a major part of Quest's teaching philosophy. Moreover, there is the Learning Commons, a collaborative space where students can work with each other and Peer Tutors to discuss course concepts.

Another example is Minerva University, a private university headquartered in San Francisco, California. This online institution requires every student to travel to seven different countries (San Francisco, Seoul, Hyderabad, Berlin, Buenos Aires, London, and Taipei) to complete their degree. Instead of being lectured, online classes are discussion-based, and limited to 19 students. Even grades are awarded differently, they are determined by students' interactions with peers, speaking up in class, and not by learning passively.

In Russia there are some rather decent schools — The School of Advanced Studies (SAS). It is a greenfield experimental higher institution at University of Tyumen in Siberia. The core methodological approaches are English language policy, multidisciplinary research, and international academic staff. One more distinctive feature of SAS is open educational space, each classroom features floor-to-ceiling glass walls, so any student or lecturer can observe and be observed, students can also join the class regardless of belonging to the study group. Such visual transparency creates a public conversation about teaching and learning.

Next examples are Tyumen State University and Far East Federal University that offer individual learning pathways, Higher IT School (HITs) at Tomsk State University provides students with practice-oriented learning [9]. Another similar university that focuses on the IT area is iSpring, it launches the program in September 2022. The distinctive feature of the program is the curriculum which is tailored to the requirements of leading IT companies. A 4-year degree should open more job opportunities than just a junior position, believes Yuri Uskov, the iSpring founder. He is sure that bachelor's degree holders deserve higher positions, but the lack of applied training programs and hands-on learning opportunities do not allow this [10].

These results offer vital evidence that the Russian higher education system has a very high variation in terms of quality of education. Therefore, the university brand

is no longer the dominant signal of quality for students, there could be generated a lot of alternative positive signals.

Negative signals

The next problem is that *employers are not ready to pay bonuses for earning a master's degree*. Hence, multi-level training loses its significance and entails a problem for master's programs selectivity. Report by E. A. Terentyev, Ya. I. Kuzminov, I. D. Frumin "Science without youth? Crisis of Postgraduate Studies and Opportunities to Overcome It" showcases a steady downward trend of Russian postgraduate studies in both the volume of training and performance indicators. It means that students' money and years are at risk of being wasted in an individual arms-race to demonstrate pre-existing talent [11].

Mismatch between skills and jobs lead people to *pursue qualifications in addition to a degree certification* by enrolling on various online learning platforms. The study conducted by EdTech Cluster of the Russian Association for Electronic Communications (RAEC) revealed the results about career track of the students who graduated from the leading and well-known educational platforms Skillbox and GeekBrains. Almost 70 % of the graduates noted that the company GeekBrains significantly helped them in obtaining a new profession. At the same time, over 35 % of respondents specified that the training allowed them to become a true professional in the field. The employment of graduates and the attainment of educational objectives are the most significant indicators of the quality of online education, according to RAEC analysts. It becomes clear that educational platforms tremendously impact on the balance of supply and demand in the labor market [12].

Moreover, generation Z is focused on obtaining the result here and now, earning a 4-year degree is a waste of breath. According to Levitskaya and Pokrovskaya, generation Z can be characterized by following traits:

- dependence on digital technologies, formed since childhood; technology is the essential prerequisite for life;
- increasing financial independence of young people due to the opportunity to earn money on the Internet;
- transition from traditional to self-learning, e-learning;
- disability to remain focused on goal-relevant stimuli;
- prevalence of theories of well-being: hedonism that aim at a life of enduring pleasure [5].

Higher education disruption by tech companies. This is especially true for technical qualifications, where the skills are in great demand. IT specialists have no great motivation to spend money on obtaining a degree certification. There are a lot of cases when not a college degree but online coding help people to get a job at tech companies (Amazon) [13]. Walmart and Amazon respectively launched schemes to upskill workers without degrees, intending to save money by not hiring university graduates instead [14]. Google, Apple, and IBM are among the companies that don't require a college degree for certain positions. In 2019 Apple CEO Tim Cook announced that

about half Apple's US employment was made up of people who did not have a four-year degree [15]. Google also introduces 6-month Career Certificates with the equivalent of a four-year degree that can be completed from home [16].

Results

This section focuses on the recommendations of how to generate alternative positive signals that influence the applicants' choice of the university.

1. In response to the devaluation of the master's degree we offer universities to put much emphasis on the opportunity of student re-profiling. Advanced training courses are in high demand today, besides, they are more focused on enhancing human capital. According to the GeekBrains study, almost half of respondents (46 %) plan to get a new job by taking a new course. Therefore, universities need to make it clear that students can choose a whole new discipline from a different programme, or even at a different faculty that allow them to become a multidisciplinary expert.

2. In response to pursuing additional qualifications we offer implementation of micro credentials, an online micro degree course presented as a separate unit that can be taken by anyone. Many universities make good business out of it, as stated by the rector of the Higher school of economy Nikita Anisimov [17].

3. In response to the mismatch between skills and jobs we support the development of links to employment-relevant skills in the curriculum. To design educational programs in cooperation with industry that sends positive signals about graduates' readiness for professional activities. Moreover, a business-centered approach allows students to gain work experience and create a professional portfolio.

Another approach to align with labor market demand is to provide students with additional services — income share agreements (ISA). Under a well-designed ISA, learners only pay schools for the education they received if they succeed in the job market. Shifting the risk to universities also gives them a strong incentive to ensure the training programs offer high-quality instruction. The latest research showcases the potential of ISAs in expanding access, accountability, and affordability to education [18]. But like any tool, the impact of an ISA depends on how it is used. We admit that it is difficult to employ everyone, because it depends on the university as well as the student. Sometimes it may turn out that those who get the job pay for those who cannot. Therefore, the final cost of ISA training becomes three times higher. However, ISA is a good alternative to student loans. In Russia this model is used by Yandex Praktikum and Skypro (Skyeng).

4. In response to the HE disruption by tech companies we offer a form of university business cooperation called the debt-free college degree program. For instance, Starbucks has one of the longest-running tuition programmes, starting in 2014, with online courses for dozens of degree programmes offered through Arizona State University. Internal newsletters showcase graduates and success

stories. In 2021, the company offered to pay the full cost of tuition as an attempt to lure and retain workers [19].

Next approach for universities is to participate in entrepreneurial projects like the University Technology Entrepreneurship Platform. This is the federal project designed to ensure an intensive growth in the number of student startups by attracting leading technological investors.

5. In response to a unique learning experience we suggest creating a modern student-centered learning environment: make every space a learning space where students feel more relaxed and comfortable; create open coworking that organically integrate technology and facilitate creativity; organize extra-curricular activities that aim at strengthening academic knowledge (activities are based on a certain academic subject, academic competitive teams, art club, cultural and language clubs, media activity etc.).

6. In response to new learning formats we suggest transforming long distance races into short sprints of disciplines — block subjects. This is a model whereby students are taught one subject at a time, usually over a period of between three and six weeks. The birthplaces of block teaching are Quest University and Colorado College. The recent research [20, 21] proves that block teaching allows students space to think about each subject deeply, without other distractions and improves employability. Moreover, students study intensively and get feedback more immediately, they get a sense of how they are doing much earlier on. But it would not work for all subjects. For instance, it is not suitable for intensive short courses.

7. Positioning university brand strategy. Successful university brands are built on a long-term strategy and vision, not a short-term campaign. We believe that universities' mission and vision serve as public pronouncements of their purpose, ambition, and values and create strong university identity.

Conclusion

When choosing a university, it is crucial for students to consider the ranking, but how should these rankings look from a student's perspective? The studies show that university ranking indicators must be augmented and not focused only on "Academic Reputation", "Academic Staff" or "Citation per Faculty". Therefore, the university brand is no longer the dominant signal of quality for students, there are more alternative ones. We believe that universities may benefit from marketing with the focus on future career impact (list of internship companies, partnerships with tech companies, successful graduates), forms of study (multidisciplinary research, micro degree course, non-traditional schedule, individual learning pathways), learning environment (24-hour opening learning space and coworking, extra-curricular activities).

References

1. Măcriș, A., & Măcriș, M. (2011). The agents of education market. *Annals of the University of Petroșani. Economics*, 11(3), 147–154.
2. Von Deimling, C., Eßig, M., & Glas, A. (2022). Signalling theory. *Handbook of Theories for Purchasing, Supply Chain and Management Research* (pp. 445–470). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781839104503.00033>
3. Prakhov, I. A., Rozhkova, K. V., & Travkin, P. V. (2021). *Main strategies of university choice and barriers limiting access to higher education: newsletter*. Moscow: Higher School of Economics. 48 p. (In Russ.).
4. Fuller, J. B., Langer, C., Nitschke, J., O’kane, L., Sigelman, M., & Taska, B. (2022). *The Emerging Degree Reset*. The Burning Glass Institute. https://www.hbs.edu/managing-the-future-of-work/Documents/research/emerging_degree_reset_020922.pdf (accessed: 28.04.2022).
5. Levitskaya, A. N., & Pokrovskaya, N. N. (2021). Career expectations and plans of young professionals in the labor market. *JSSA*, 1. (In Russ.). <https://cyberleninka.ru/article/n/kariernye-ozhidaniya-i-plany-molodyh-spetsialistov-na-rynke-truda> (accessed: 28.04.2022).
6. Kovalyonok, D. (2021). Pure Reason Criticism: What Qualities and Competences Employers Value. *Delovoy Peterburg*. (In Russ.). https://www.dp.ru/a/2021/05/26/Kritika_chistogo_razuma (accessed: 28.04.2022).
7. *Raex-rr* (2022, July 4). How do applicants choose where to enroll? Publication date: 2022, July 4. (In Russ.). https://raex-rr.com/education/universities/university_choise_2022 (accessed: 28.04.2022).
8. *i-graduate* (2022). International Student Barometer. <https://www.i-graduate.org/international-student-barometer> (accessed: 28.04.2022).
9. Volyanskaya, V. (Ed.) (2019). T-Universities. *The Center for the Transformation of Education of the Moscow School of Management Skolkovo*. (In Russ.). http://www.skolkovo.ru/public/media/documents/research/sedec/SKOLKOVO_SEDeC_T-universities_ru.pdf?fbclid=IwAR39uceLKOEWxb2FulPqQb2VZKXDvZOTrXcHbSCINIZSGo49vfmm5_ehgsM (accessed: 28.04.2022).
10. *iSpring Institute* (2022, May 31). Programming, marketing, design. Where to apply? Heroes of big projects. Publication date: 2022, May 31. Video duration: 59:16. YouTube. (In Russ.). <https://www.youtube.com/watch?v=R6oWcN2iI9U> (accessed: 28.04.2022).
11. Terentyeva, E. A., Kuzminova, Y. I., & Frumina, I. D. (2021). Science without youth? The Crisis of Postgraduate Education and Possibilities of Overcoming It. *Modern Education Analytics*, 6(55). Moscow: Higher School of Economics. 48 p. (In Russ.). <https://ioe.hse.ru/pubs/share/direct/469469351.pdf> (accessed: 28.04.2022).
12. Smarakova, A. (n. d.). Dream or reality: is it possible to find a job after on-line courses? *Theories and practices*: website. (In Russ.). <https://theoryandpractice.ru/posts/19838-mechta-ili-realnost-mozhno-li-nayti-rabotu-posle-onlayn-kursov> (accessed: 28.04.2022).
13. Kalra, S. (2022, April 08). Not College Degree But Online Coding Helped This 23-Year-Old Get Job at Amazon, Says Traditional Campus Hiring Needs to Change. Publication date: 2022, April 08. *CNN-News18*. <https://www.news18.com/news/education-career/not-college-degree-but-online-coding-helped-this-23-year-old-get-job-at-amazon-says-traditional-campus-hiring-needs-to-change-4835144.html> (accessed: 28.04.2022).

14. Morgan, K. (2021). Degree inflation?: How the four-year degree became required. Publication date: 2021, January 26. *BBC News*. <https://www.bbc.com/worklife/article/20210126-degree-inflation-how-the-four-year-degree-became-required> (accessed: 28.04.2022).
15. Eadicicco, L. (2020). Apple and Google are looking for new ways to hire people without college degrees — but experts say college might still be your best bet for landing a high-paying tech job. Publication date: 2020, October 8. *Business Insider*. <https://www.businessinsider.com/apple-google-hire-jobs-without-degree-experts-say-college-important-2020-10> (accessed: 28.04.2022).
16. Marshall, C. (2020, September 5th). Google Introduces 6-Month Career Certificates, Threatening to Disrupt Higher Education with “the Equivalent of a Four-Year Degree”. Publication date: 2020, September 5th. *Open culture*. <https://www.openculture.com/2020/09/google-introduces-6-month-career-certificates-threatens-to-disrupt-higher-education.html> (accessed: 28.04.2022).
17. *Forbes Russia Education* (2021, December 17). 5 questions to the Rector. Video interview with Nikita Anisimov, Rector of the Higher School of Economics. Publication date: 2021, December 17. Video duration: 19:29. (In Russ.). <https://education.forbes.ru/authors/anisimov-interview#popupnews> (accessed: 28.04.2022).
18. Pollack, E., & Sullivan, F. M. (2022, April). Exploring Racial and Gender Differences in ISA Contract Terms and Repayment. *Jobs for the Future* (JFF). https://jfforg-prod-new.s3.amazonaws.com/media/documents/Exploring_Racial_and_Gender_Differences_in_ISA_Contract_Terms_and_Repayment_Patterns.pdf (accessed: 28.04.2022).
19. Nietzel, M. T. (2022, May 9). Starbucks Celebrates Largest Graduating Class Of Employees In Its College Achievement Program. Publication date: 2022, May 9. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/michaelt Nietzel/2022/05/09/starbucks-celebrates-largest-class-of-employees-graduating-in-its-college-achievement-program/?sh=7d2a5da56c3c> (accessed: 28.04.2022).
20. McKie, A. (2022, January 6). Is block teaching the future of university pedagogy? Publication date: 2022, January 6. *Times Higher Education*. <https://www.timeshighereducation.com/depth/block-teaching-future-university-pedagogy> (accessed: 28.04.2022).
21. Turner, R., Webb, O., & Cotton, D. (2021). Introducing immersive scheduling in a UK university: Potential implications for student attainment. *Journal of Further and Higher Education*, 45(10), 1371–1384. <https://doi.org/10.1080/0309877X.2021.1873252>

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Măcriș, A., & Măcriș, M. (2011). The agents of education market. *Annals of the University of Petroșani. Economics*, 11(3), 147–154.
2. Von Deimling, C., ЕBig, M., & Glas, A. (2022). Signalling theory. *Handbook of Theories for Purchasing, Supply Chain and Management Research* (pp. 445–470). Edward Elgar Publishing. DOI: 10.4337/9781839104503.00033
3. Прахов И. А., Рожкова, К. В., Травкин, П. В. (2021). *Основные стратегии выбора вуза и барьеры, ограничивающие доступ к высшему образованию: информационный бюллетень*. Москва: НИУ ВШЭ. 48 с.
4. Fuller, J. B., Langer, C., Nitschke, J., O’kane, L., Sigelman, M., & Taska, B. (2022). *The Emerging Degree Reset*. The Burning Glass Institute. URL: https://www.hbs.edu/managing-the-future-of-work/Documents/research/emerging_degree_reset_020922.pdf (дата обращения: 28.04.2022).

5. Левицкая А. Н., Покровская Н. Н. (2021). Карьерные ожидания и планы молодых специалистов на рынке труда. *ЖССА*, 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kariernye-ozhidaniya-i-planu-molodyh-spetsialistov-na-rynke-truda> (дата обращения: 28.04.2022).
6. Ковалёнок, Д. (2021). Критика чистого разума: какие качества и компетенции ценят работодатели. *Деловой Петербург*. URL: https://www.dp.ru/a/2021/05/26/Kritika_chistogo_razuma (дата обращения: 28.04.2022).
7. *Raex-rr* (2022, 4 июля). Как абитуриенты выбирают, куда поступать (2022). URL: https://raex-rr.com/education/universities/university_choise_2022 (дата обращения: 28.04.2022).
8. *i-graduate* (2022). International Student Barometer. URL: <https://www.i-graduate.org/international-student-barometer> (дата обращения: 28.04.2022).
9. Волянская, В. (Гл. ред.) (2019). Т-Университеты. *Центр трансформации образования Московской школы управления Сколково*. URL: http://www.skolkovo.ru/public/media/documents/research/sedec/SKOLKOVO_SEDeC_T-universities_ru.pdf?fbclid=IwAR39uceLKOEWxb2FulPqQb2VZKXDvZOTrXcHbSCINIZSGo49vfirm5_ehgsM (дата обращения: 28.04.2022).
10. *Институт iSpring* (2022, 31 мая). Программирование, маркетинг, дизайн. Куда поступать? Герои больших проектов: [видео]. Дата публикации: 31 мая 2022 г. Длительность: 59:16. YouTube: видеохостинг. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=R6oWcN2iI9U> (дата обращения: 28.04.2022).
11. Терентьева, Е. А., Кузьминова, Я. И., Фрумина, И. Д. (2021). Наука без молодежи? Кризис аспирантуры и возможности его преодоления. *Современная аналитка образования*, 6(55). Москва: Высшая школа экономики. 48 с. URL: <https://ioe.hse.ru/pubs/share/direct/469469351.pdf> (дата обращения: 28.04.2022).
12. Смаракова А. (н. д.). Мечта или реальность: можно ли найти работу после онлайн-курсов? *Теории и практики*: сайт. URL: <https://theoryandpractice.ru/posts/19838-mechta-ili-realnost-mozhno-li-nayti-rabotu-posle-onlayn-kursov> (дата обращения: 28.04.2022).
13. Kalra, S. (2022, April 08). Not College Degree But Online Coding Helped This 23-Year-Old Get Job at Amazon, Says Traditional Campus Hiring Needs to Change. Last Updated: April 08, 2022. *CNN-News18*. <https://www.news18.com/news/education-career/not-college-degree-but-online-coding-helped-this-23-year-old-get-job-at-amazon-says-traditional-campus-hiring-needs-to-change-4835144.html> (дата обращения: 28.04.2022).
14. Morgan K. Degree inflation?: How the four-year degree became required. 2021. *BBC News*. URL: <https://www.bbc.com/worklife/article/20210126-degree-inflation-how-the-four-year-degree-became-required> (дата обращения: 28.04.2022).
15. Eadicicco, L. (2020). Apple and Google are looking for new ways to hire people without college degrees — but experts say college might still be your best bet for landing a high-paying tech job. Publication date: 2020, October 8. *Business Insider*. <https://www.businessinsider.com/apple-google-hire-jobs-without-degree-experts-say-college-important-2020-10> (дата обращения: 28.04.2022).
16. Marshall, C. (2020, September 5th). Google Introduces 6-Month Career Certificates, Threatening to Disrupt Higher Education with “the Equivalent of a Four-Year Degree”. Publication date: 2020, September 5th. *Open culture*. <https://www.openculture.com/2020/09/google-introduces-6-month-career-certificates-threatens-to-disrupt-higher-education.html> (дата обращения: 28.04.2022).

17. *Forbes Russia Education* (2021, 17 декабря). 5 вопросов Ректору. Видеоинтервью с Никитой Анисимовым, ректором НИУ ВШЭ. Дата публикации: 17 декабря 2021 г. Длительность: 19:29. URL: <https://education.forbes.ru/authors/anisimov-interview#popupnews> (дата обращения: 28.04.2022).

18. Pollack, E., & Sullivan, F. M. (2022, April). Exploring Racial and Gender Differences in ISA Contract Terms and Repayment. *Jobs for the Future* (JFF). https://jfforg-prod-new.s3.amazonaws.com/media/documents/Exploring_Racial_and_Gender_Differences_in_ISA_Contract_Terms_and_Repayment_Patterns.pdf (дата обращения: 28.04.2022).

19. Nietzel, M. T. (2022, May 9). Starbucks Celebrates Largest Graduating Class Of Employees In Its College Achievement Program. Publication date: 2022, May 9. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/michaelt Nietzel/2022/05/09/starbucks-celebrates-largest-class-of-employees-graduating-in-its-college-achievement-program/?sh=7d2a5da56c3c> (дата обращения: 28.04.2022).

20. McKie, A. (2022, January 6). Is block teaching the future of university pedagogy? Publication date: 2022, January 6. *Times Higher Education*. <https://www.timeshighereducation.com/depth/block-teaching-future-university-pedagogy> (дата обращения: 28.04.2022).

21. Turner, R., Webb, O., Cotton, D. (2021). Introducing immersive scheduling in a UK university: Potential implications for student attainment. *Journal of Further and Higher Education*, 45(10), 1371–1384. DOI: 10.1080/0309877X.2021.1873252

Статья поступила в редакцию: 15.06.2022;
одобрена после рецензирования: 04.08.2022;
принята к публикации: 02.09.2022.

The article was submitted: 15.06.2022;
approved after reviewing: 04.08.2022;
accepted for publication: 02.09.2022.

Information about authors:

Elizaveta A. Osipovskaya — PhD in Philology, Associate Professor of Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russia, osipovskaya-ea@rudn.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4192-511X>

Anastasiia A. Savelyeva — Assistant, University of Tyumen, Tyumen, Russia, savelyeva.ana@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7727-9850>

Информация об авторах:

Елизавета Андреевна Осиповская — кандидат филологических наук, доцент кафедры массовых коммуникаций, Российский университет дружбы народов, Москва, Россия, osipovskaya-ea@rudn.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4192-511X>

Анастасия Алексеевна Савельева — ассистент, Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия, savelyeva.ana@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7727-9850>

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Научная статья

УДК 37.013.75

DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.09

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО КУРСА «ШКОЛЬНЫЙ МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ» ПРИ ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ

Николай Иванович Попов¹ ✉,

Евгения Андреевна Канева²

^{1,2} Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина,
Сыктывкар, Россия

¹ popovnikolay65@mail.ru ✉

² kaneva.zhenya@mail.ru

Аннотация. В статье кратко описан электронный обучающий курс, внедренный в образовательный процесс будущих педагогов в Сыктывкарском государственном университете. С целью оптимального управления учебным процессом при изучении студентами дисциплины «Школьный математический практикум» предлагается применение модульной технологии обучения. Кроме того, в работе приведены результаты исследования специальных и творческих способностей обучаемых. *Цель исследования:* проведение начального этапа изучения динамики развития способностей будущих педагогов при использовании в образовательном процессе вуза электронного обучающего курса по математической дисциплине. *Задачи исследования:* 1) апробация разработанного электронного курса «Школьный математический практикум» в учебном процессе университета; 2) определение уровня специальных и творческих способностей студентов.

Ключевые слова: обучение студентов математике; специальные и творческие способности будущих педагогов; электронный курс.

Original article

UDC 37.013.75

DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.09

THE USE OF THE ELECTRONIC COURSE «SCHOOL MATHEMATICAL PRACTICUM» IN THE PREPARATION OF FUTURE TEACHERS

Nikolay I. Popov¹ ✉,

Evgenia A. Kaneva²

^{1,2} Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin, Syktyvkar, Russia

¹ popovnikolay65@mail.ru ✉

² kaneva.zhenya@mail.ru

Abstract. The article briefly describes an electronic training course introduced into the educational process of future teachers at Syktyvkar State University. In order to optimally manage the educational process when students study the discipline «School Mathematical Practicum», it is proposed to use the technology of modular training. The paper presents the results of a study of the special and creative abilities of students. *The purpose of the study:* to conduct the initial stage of studying the dynamics of the development of the abilities of future teachers when using an electronic training course in a mathematical discipline in the educational process of a university. *Research objectives:* 1) approbation of the developed electronic course “School mathematical workshop” in the educational process of the university; 2) determination of the level of special and creative abilities of students.

Keywords: teaching students mathematics; special and creative abilities of future teachers; electronic course.

Для цитирования: Попов, Н. И., Канева, Е. А. (2022). Использование электронного курса «Школьный математический практикум» при подготовке будущих педагогов. *Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования»*, 4(62), 109–118. DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.09

For citations: Popov, N. I., & Kaneva, E. A. (2022). The use of the electronic course «School Mathematical Practicum» in the preparation of future teachers. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*, 4(62), 109–118. <https://doi.org/10.25688/2072-9014.2022.62.4.09>

Введение

Обеспечение качества профессиональной подготовки будущих педагогов, а также их адаптация к изменяющимся социальным и экономическим условиям в стране продолжает оставаться одной из обсуждаемых проблем академической общественностью и представителями работодателей [1]. В связи с пандемией коронавирусной инфекции произошли существенные изменения в учебном процессе всех ступеней образования,

в том числе и в высших учебных заведениях. За достаточно короткий промежуток времени потребовалось перейти на электронный тип обучения [2]. В такой ситуации для эффективной организации учебного процесса студентов в вузах стали активно использовать электронные обучающие курсы.

Обучение с помощью электронных курсов стало носить массовый характер, так как они позволяют индивидуализировать траекторию получения знаний и формирования умений студентов. В образовательной деятельности вузов их использование можно рассматривать как дополнительное средство при традиционной форме обучения [3]. Сочетание различных форм обучения, несомненно, позволяет повысить качество и эффективность образовательного процесса.

Методы исследования

Для решения поставленной проблемы проводился анализ опыта организации образовательного процесса в вузах и осуществлено экспериментальное преподавание; для исследования специальных и творческих способностей будущих педагогов использовались тесты Дж. Баррета и В. И. Андреева [4; 5].

Опытно-экспериментальной работой было охвачено 36 респондентов — будущих учителей математики, физики и информатики. Исследование было проведено в Институте точных наук и информационных технологий Сыктывкарского государственного университета имени Питирима Сорокина.

Результаты исследования

Отметим, что существуют различные системы и сервисы для разработки учебных курсов. В Сыктывкарском государственном университете для проведения занятий по дисциплине «Школьный математический практикум» на основе учебного пособия Н. И. Попова и А. Н. Марасанова «Задачи на составление уравнений» был спроектирован электронный курс на базе платформы LMS Moodle. В разработанном курсе с использованием технологии модульного обучения представлены 11 учебных тем.

В каждом модуле представлены теоретические сведения, образцы решения типовых задач и упражнения для самостоятельного выполнения студентами с целью отправки преподавателю для проверки и оценки (см. рис. 1, 2).

В теоретической части модуля приведены все основные понятия и необходимые формулы для решения задач по соответствующей теме.

По некоторым темам электронного курса дополнительно разработаны видеолекции (см. рис. 3) и тесты для проверки знаний студентов.

Отметим, что вышеуказанный курс был успешно апробирован в 2021/2022 учебном году при обучении студентов направления подготовки «Педагогическое образование». В частности, с итоговой контрольной работой,

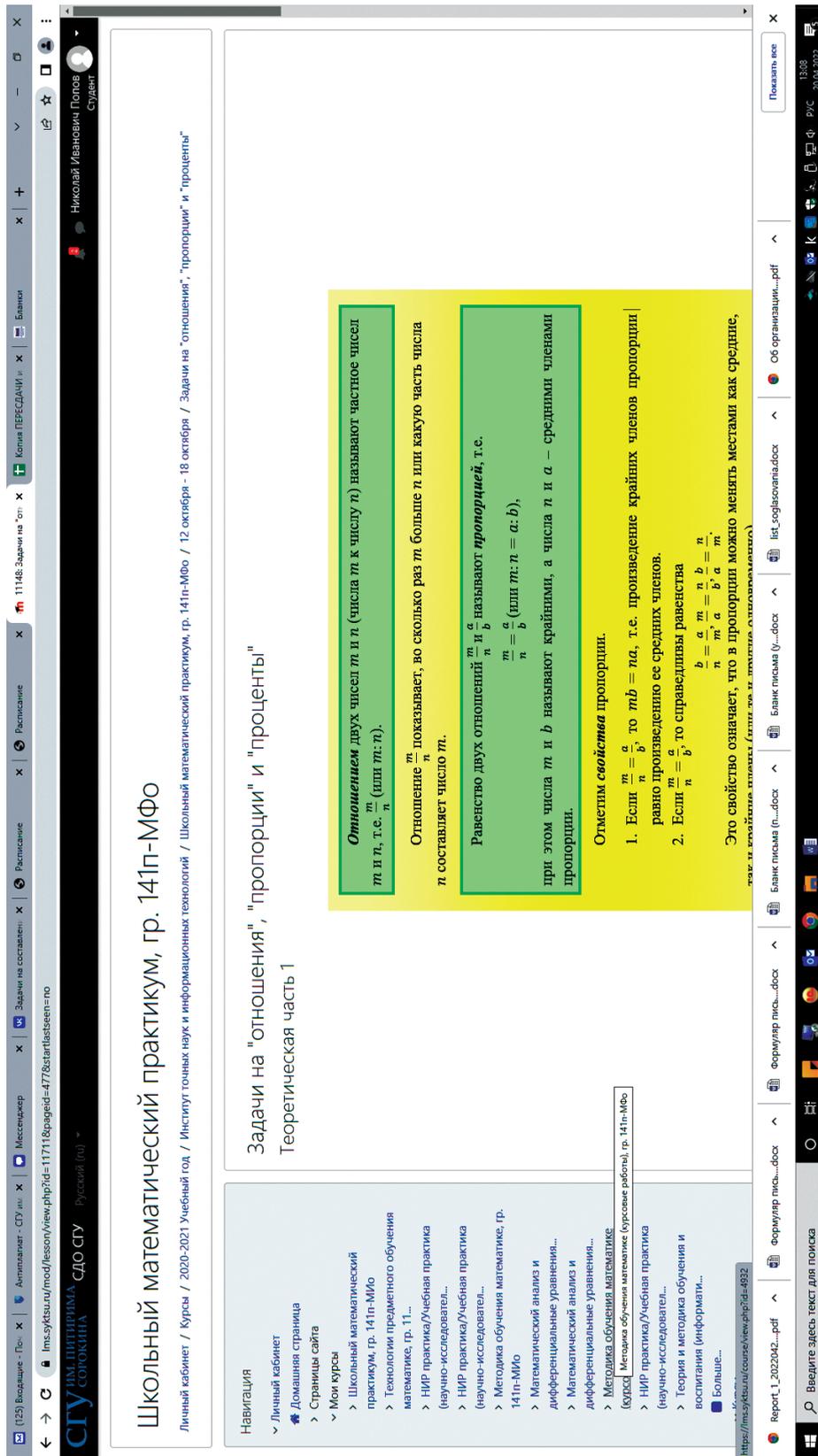


Рис. 1. Фрагмент учебного материала по теме «Задачи на отношения, пропорции и проценты»

Варианты задач

- **Задача 2.** Решить уравнение

$$\log_{10}(x+1) + \log_{\sqrt{10}}(x+1) + \log_{\sqrt[3]{10}}(x+1) + \dots + \log_{\sqrt[10]{10}}(x+1) = 5,5.$$

Решение: Переходя к основанию 10 под знаком логарифма во всех слагаемых, исходное уравнение запишем в виде

$$\log_{10}(x+1) + 2 \log_{10}(x+1) + 3 \log_{10}(x+1) + \dots + 10 \log_{10}(x+1) = 5,5$$
Используя теперь формулу (5.2), получаем $\frac{\log_{10}(x+1) + 10 \log_{10}(x+1)}{10} \cdot 10 = 5,5 \Rightarrow 55 \log_{10}(x+1) = 5,5 \Rightarrow \log_{10}(x+1) = 0,1$ и $x = \sqrt[10]{10} - 1$. Так как по условию задачи $x+1 > 0$, то найденное значение $x = \sqrt[10]{10} - 1$ является решением уравнения.

Ответ: $x = \sqrt[10]{10} - 1$

Рис. 2. Фрагмент учебного материала по теме «Задачи на прогрессии»

The screenshot shows a YouTube video player. The video content features a man in a suit standing in front of a chalkboard. He is writing the formula $S_0 : S_0 + \frac{P}{100} \cdot S_0$ and $P\%$ on the board. The video player interface includes a search bar, a play button, a progress bar at 1:29 / 17:40, and a title bar that reads "Задачи на сложные проценты и банковские задачи". Below the title, it says "11 просмотров · 15 февр. 2021 г." and "Евгения Канева" with a "ПОДПИСАТЬСЯ" button.

Рис. 3. Фрагмент видеолекции по теме «Задачи на сложные проценты и банковские задачи»

проведенной в 2022 году, 38 % будущих учителей математики и информатики справились на оценку «отлично», а 61,5 % — на оценку «хорошо».

В процессе апробации электронного курса один из авторов статьи проводил исследования специальных и творческих способностей будущих педагогов с помощью тестов Дж. Баррета и В. И. Андреева [4; 5]. В тестировании участвовали 36 респондентов Сыктывкарского государственного университета — будущих учителей математики, информатики и физики. Для исследования были использованы «Числовой тест», «Тест оценки способностей к принятию творческих ответственных решений», «Тест оценки способностей к саморазвитию и самообразованию», «Тест оценки трудолюбия и работоспособности», «Тест оценки уровня творческого потенциала».

Для дифференциации уровня способностей обучаемых использовано шкалирование, предложенное Дж. Барретом [4]. На рисунке 4 приведена гистограмма, иллюстрирующая распределение уровня способностей студентов по числовому тесту. Отметим, что около 40 % всех респондентов достигли уровня «значительно выше среднего», что позволяет подчеркнуть достаточное развитие навыков работы с числовыми данными.

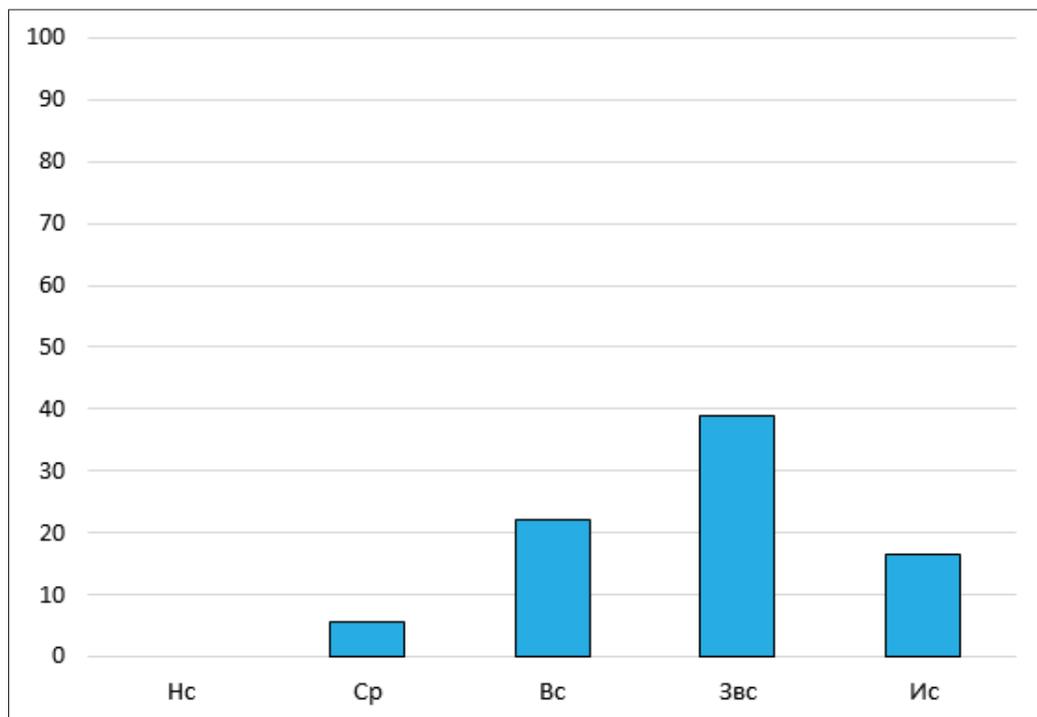


Рис. 4. Иллюстрация среднего процента выполнения студентами числового теста по шкале, предложенной Дж. Барретом

При выполнении теста для оценки способностей к принятию творческих ответственных решений, состоящего из 47 вопросов, студентам необходимо было выбрать ответы «да» или «нет». Просуммировав баллы за каждый ответ

по шкале оценок, предложенной В. И. Андреевым [5], можно выявить очень высокий, высокий, выше среднего или средний уровни развития следующих типов личностей: решительный (осторожный), ответственный (безответственный), стратег (тактик), интуитивист (логик), творческий (консервативный), честный (лживый). В процессе тестирования у студентов выявились средние уровни решительности, ответственности, тактического принятия решений, высокие уровни творчества и честности.

После тестирования респондентов с целью оценки способностей к саморазвитию и самообразованию получены следующие результаты: 2,78 % испытуемых продемонстрировали очень низкий уровень; 2,78 % — низкий уровень; 22,2 % — уровень ниже среднего; 25 % — чуть ниже среднего. При этом средний уровень выявлен у 25 % респондентов, чуть выше среднего — у 11,1 %, а выше среднего и высокий уровень — у 8,36 % и 2,78 % тестируемых соответственно (рис. 5).

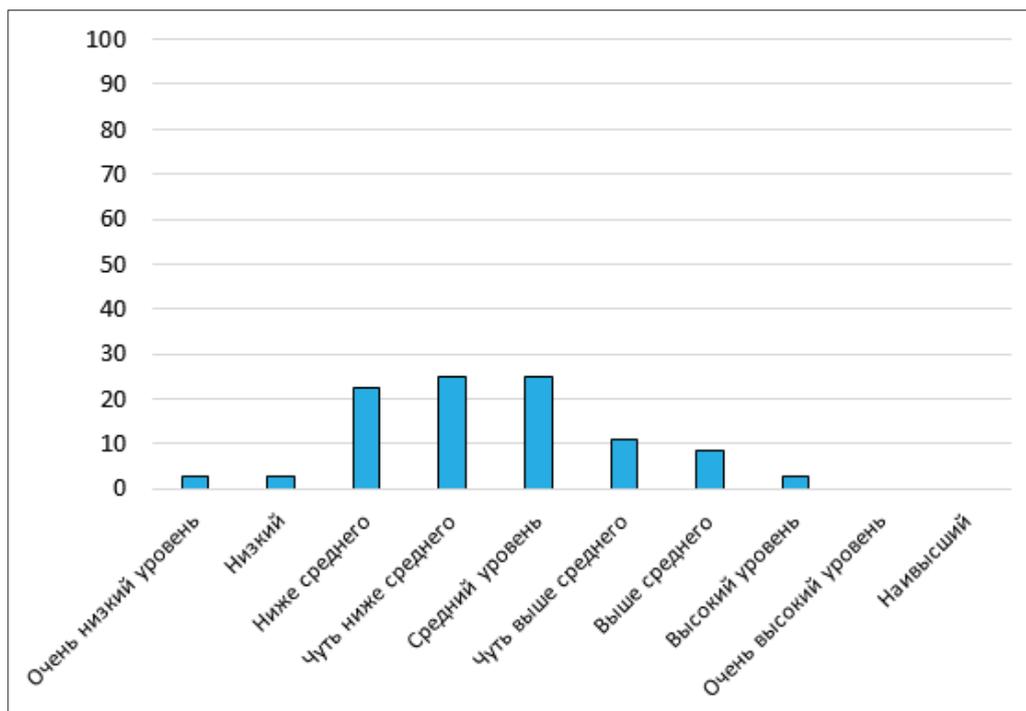


Рис. 5. Иллюстрация результатов оценки способностей студентов к саморазвитию и самообразованию

Тест для оценки уровня творческого потенциала личности содержал 18 вопросов, по каждому из которых респонденту необходимо было оценить себя по 10-балльной шкале, учитывая, что десятый уровень является наивысшим, а первый уровень — низшим. По результатам самооценки испытуемых можно определить, к какому типу творческой личности они себя относят. В частности, средние показатели по выборке респондентов оказались следующими:

на 7,5 балла из 10 студенты считают себя целеустремленными, на 6,6 — решительными, на 8,2 — требовательными (рис. 6).

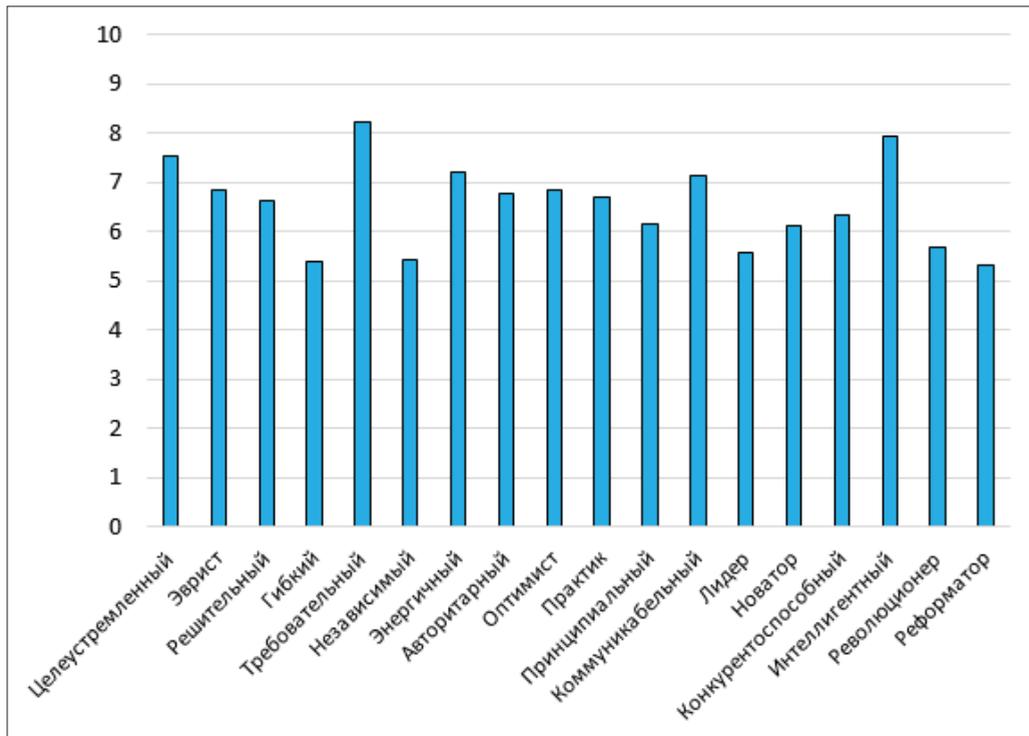


Рис. 6. Иллюстрация результатов оценки уровня творческого потенциала студентов

Заключение

Анализ результатов тестирования позволил сделать вывод о том, что респонденты обладают высокими уровнями развития творческих и специальных способностей. На следующих этапах опытно-экспериментальной работы планируется дальнейшее исследование динамики развития способностей будущих педагогов. Формирование профессиональных компетенций, необходимых умений и навыков студентов чрезвычайно важно для их будущей педагогической деятельности [6–8].

Опыт внедрения электронных курсов на основе технологии модульного обучения в процесс профессиональной подготовки будущих педагогов выявил широкие возможности данной программной среды, позволяющей использовать различные формы диалогового общения и при минимальных временных затратах повысить эффективность образовательного процесса в университете [9].

Список источников

1. Попов, Н. И. (2021). *Фундаментализация университетского математического образования*. Монография. Елец: ЕГУ им. И. А. Бунина. 174 с.
2. Григорьев, С. Г., Ломтева, Е. В. (2021). Готовность системы профессионально-го образования к обучению в режиме онлайн. *Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования»*, 1(55), 43–53.
3. Григорьев, С. Г., Андриюшкова, О. В. (2016). Критерии эффективного использования Blended Learning. *Информатика и образование*, 8(277), 16–19.
4. Баррет, Дж. (2007). *Проверь себя. Тесты*. Санкт-Петербург. 256 с.
5. Андреев, В. И. (2012). *Педагогика: учебный курс для творческого саморазвития*. Казань: Центр инновационных технологий. 608 с.
6. Корнилов, В. С. (2016). Методические подходы к структурированию содержания обучения обратным задачам для дифференциальных уравнений. *Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования»*, 4(38), 81–92.
7. Попов, Н. И., Калимова А. В. (2019). Выявление специальных способностей будущих учителей математики, физики и информатики. *Известия Саратовского университета. Серия «Акрмеология образования. Психология развития»*, 8, 1(29), 12–18.
8. Попов, Н. И., Канева, Е. А., Болотин, Э. С. (2022). Исследование специальных способностей студентов вуза при обучении математике. *Мир науки, культуры, образования*, 1(92), 110–113.
9. Попов, Н. И., Никифорова, Е. Н. (2017). Об эффективности использования электронного курса «Математика» при обучении студентов агроинженерных направлений подготовки вуза. *Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования»*, 2(40), 45–50.

References

1. Popov, N. I. (2021). *Fundamentalization of University Mathematical Education*. Monograph. Yelets: Bunin Yelets State University. 174 p. (In Russ.).
2. Grigoriev, S. G., & Lomteva, E. V. (2021). Readiness of the system of vocational education for online learning. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*, 1(55), 43–53. (In Russ.).
3. Grigoriev, S. G., & Andryushkova, O. V. (2016). Criteria for the effective use of Blended Learning. *Informatics and Education*, 8(277), 16–19. (In Russ.).
4. Barret, Dj. (2007). *Check yourself. Tests*. St. Petersburg. 256 p. (In Russ.).
5. Andreev, V. I. (2012). *Pedagogy. A training course for creative self-development*. Kazan: Center for Innovative Technologies. 608 p. (In Russ.).
6. Kornilov, V. S. (2016). Methodical approaches to structuring the content of teaching inverse problems for differential equations. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*, 4(38), 81–92. (In Russ.).
7. Popov, N. I., & Kalimova, A. V. (2019). Identification of special abilities of future teachers of mathematics, physics and informatics. *Proceedings of the Saratov University. The series «Acmeology of education. Psychology of development»*, 8, 1(29), 12–18. (In Russ.).
8. Popov, N. I., Kaneva, E. A., & Bolotin, E. S. (2022). Study of the special abilities of university students in teaching mathematics. *World of science, culture, education*, 1(92), 110–113. (In Russ.).

9. Popov, N. I., & Nikiforova, E. N. (2017). On the effectiveness of the use of the electronic course «Mathematics» in teaching students of agroengineering areas of university training. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*, 2(40), 45–50. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию: 15.06.2022;
одобрена после рецензирования: 04.08.2022;
принята к публикации: 02.09.2022.

The article was submitted: 15.06.2022;
approved after reviewing: 04.08.2022;
accepted for publication: 02.09.2022.

Информация об авторах:

Николай Иванович Попов — доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой физико-математического и информационного образования, Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина, Сыктывкар, Россия,
popovnikolay65@mail.ru

Евгения Андреевна Канева — магистрант 2-го года обучения, Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина, Сыктывкар, Россия,
kaneva.zhenya@mail.ru

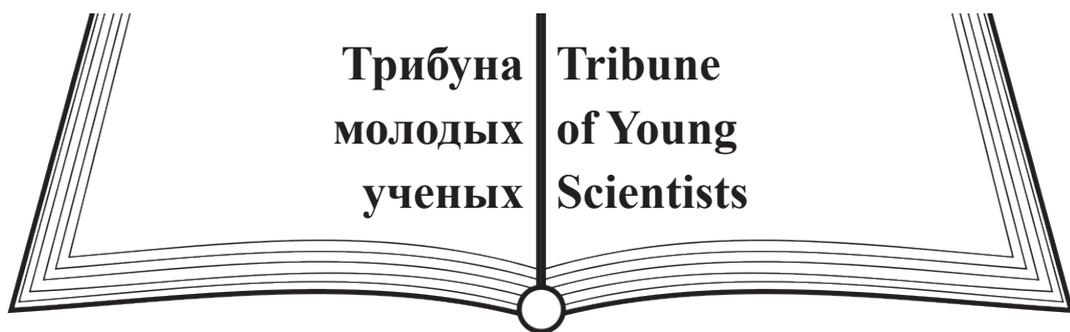
Information about authors:

Nikolai I. Popov — Doctor of Pedagogy, PhD (Physical and Mathematical Sciences), docent, Head of the Chair of Physico-Mathematical and Information Education, Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin, Syktyvkar, Russia,
popovnikolay@yandex.ru

Evgenia A. Kaneva — Master of the 2st year of study, Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin, Syktyvkar, Russia,
kaneva.zhenya@mail.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.



Научная статья

УДК 37.2:004.6

DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.10

СТРУКТУРА ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА «НАУКОМЕТРИЯ В ЦИФРОВОЙ СРЕДЕ» В ПОДГОТОВКЕ МАГИСТРОВ

Ярина Васильевна Лукина

Московский городской педагогический университет, Москва, Россия

yarinachupahina@mail.ru

Аннотация. Актуальность проблемы исследования обусловлена современными социально-экономическими условиями в России, диктующими новые требования к личности, связанные с адаптивностью к изменяющимся условиям, способностью и готовностью к эффективному владению будущей профессией. В связи с этим *цель исследования* — проверка эффективности обучения наукометрии как формы обучения информатике магистрантов. *Задачи исследования:* 1) определение критериев эффективности; 2) составление программы элективного курса «Наукометрия в цифровой среде», соответствующей определенным критериям; 3) экспериментальная проверка и оценка эффективности наукометрии как формы обучения информатике студентов 1-го курса, обучающихся по программе магистратуры 44.04.01 «Педагогическое образование». Для проведения занятий курса используются основные параметры наукометрии: импакт-фактор, индекс цитирования, индекс Хирша, российские и зарубежные наукометрические базы данных. Особенностью данного курса является изучение правил подготовки и принятия в печать научных статей в журналы, входящие в российские и международные наукометрические базы данных.

Ключевые слова: наукометрия; магистрант; педагогическое образование; индекс цитирования; импакт-фактор; индекс Хирша; библиография; наукометрические базы данных.

Original article

UDC 37.2:004.6

DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.10

**THE STRUCTURE OF THE ELECTIVE COURSE
«SCIENTOMETRICS IN THE DIGITAL ENVIRONMENT»
IN THE PREPARATION OF MASTERS**

Yarina V. Lukina

Moscow City University, Moscow, Russia

yarinachupahina@mail.ru

Abstract. The article describes the structure of the elective course «Scientometrics in the digital environment», intended for 1st year students studying under the Master's degree program 44.04.01 «Pedagogical Education». Key indicators of scientometry are used to conduct the course classes: citation index, impact factor, Hirsch index, Russian and foreign scientometric databases. The peculiarity of this course is the study of the rules for the preparation and registration of scientific articles in journals indexed in Russian and international scientometric databases.

Keywords: scientometry; master's degree; pedagogical education; citation index; impact factor; Hirsch index; bibliography; scientometric databases.

Для цитирования: Лукина, Я. В. (2022). Структура элективного курса «Наукометрия в цифровой среде» в подготовке магистров. *Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования»*, 4(62), 119–000. DOI: 10.25688/2072-9014.2022.62.4.10

For citation: Lukina, Ya. V. (2022). The structure of the elective course «Scientometry in the Digital Environment» in the preparation of masters. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*, 4(62), 119–000. <https://doi.org/10.25688/2072-9014.2022.62.4.10>

Введение

Образование сегодня — это субъективная экономика знания как новой фазы общественного развития, а интеллект преобразует образовательный сектор и представляет собой ключ в его эволюции. Информация, отображающая знания, является особо ценным ресурсом и ядром экономической безопасности Российской Федерации [1; 2].

Ведение научно-исследовательской деятельности — один из признаков профессионализма будущего учителя; умения и навыки по научному поиску, проведению исследований, описанию экспериментов позволяют проводить учебный процесс на высоком уровне. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования — магистратура (далее — ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки «Педагогическое образование» делает упор на формирование магистранта как компетентной личности.

Знания тесно переплетены с компетенциями, основными категориями, на которых строится ФГОС. Элективный курс — это форма обучения в рамках компетентностного подхода, предусматривающего развитие компетенции как знания, ценности, опыта и готовности магистра к продуктивной и успешной реализации профессиональной деятельности [3]. Компетентностный подход многопланов и многоаспектен, поэтому в его основе лежат различные дидактические принципы, именно на системности, преемственности, междисциплинарных связях и знаниях, проблемности изложения формируется научно-исследовательская компетенция магистра. Кроме того, теоретическая, практическая нацеленность, а также самостоятельность организации процессов являются основными компонентами эффективности научно-исследовательской работы.

Методы исследования

Для составления структуры элективного курса «Наукометрия в цифровой среде» в подготовке магистров был проведен анализ отечественных и зарубежных источников, посвященных описываемой проблеме, а для проведения формирующего этапа эксперимента разработан курс. На базе Академии социального управления магистранты, обучающиеся по направлению «Педагогическое образование», приняли участие в эксперименте по изучению элективного курса «Наукометрия в цифровой среде».

Результаты исследования

Структура элективного курса с учетом компетентностного подхода в обучении магистров опирается на модуляризацию образовательного процесса [3–5]. В основе процесса разделения учебного материала стоит термин «модуль», имеющий широкое и узкое определения. Модуль в широком смысле понимается как самостоятельная часть системы обучения. Учебный план разделяется на определенное количество по размеру сегментов (дисциплин).

Модуль в узком смысле представляет собой составную отдельную или последовательную часть одной дисциплины, изучаемой за период семестра. Каждый модуль должен содержать цели, триединые задачи, информационное, методическое, организационное сопровождение и критерии оценки знаний, из которых в целом будет построена учебная дисциплина.

Элективный курс, строящийся на модульной системе изучения материала, способствует индивидуализации магистерских программ, позволяющей магистрантам адаптироваться к будущей профессиональной деятельности [6]. Так, общеуниверситетский элективный курс общепрофессиональной направленности для студентов магистратуры (1-й курс) «Наукометрия в цифровой

среде» апробирован на кафедре иностранных языков и методики их преподавания в Академии социального управления и состоит из трех модулей:

- 1) ключевые показатели наукометрии;
- 2) наукометрические инструменты в научной деятельности;
- 3) цифровые базы данных и платформы.

Цель элективного курса состояла в передаче знаний, умений и навыков компетенции научно-исследовательской деятельности, а именно в сформированности у будущего педагога знаний о публикационной активности и наукометрических показателях, методах и приемах их анализа; использовании наукометрических средств в работе с информационными порталами и открытыми и закрытыми базами данных, в том числе с учетом разных критериев научности.

Опираясь на требования федеральных государственных образовательных стандартов 3++, элективный курс «Наукометрия в цифровой среде» в подготовке магистров по своему содержанию направлен на освоение научной деятельности (п. 1.12 ФГОС 3++) и научно-исследовательской практической работы по получению первичных научно-исследовательских навыков (п. 3.2 ФГОС 3++). В результате освоения элективного курса у магистранта формируются такие универсальные компетенции, как системное и критическое мышление, когда магистрант способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

Это замечание относится и к сфере научной деятельности магистрантов¹. По результатам изучения элективного курса также должны быть сформированы общепрофессиональные компетенции: научные основы педагогической деятельности, когда магистр будет способен проектировать педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний и результатов исследований.

Кроме того, курс предлагает развитие у магистра и профессиональных компетенций, связанных с готовностью выполнять обязанности и задачи в научной и научно-исследовательской сфере. Педагог в своей профессиональной деятельности легко владеет анализом результатов научных исследований, в том числе на иностранных языках, может применять их при решении конкретных научно-исследовательских проблем, самостоятельно осуществлять научные исследования в педагогической работе.

Элективный курс должен включаться в учебный план наряду с основными дисциплинами и иметь официальный, нормативный статус. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования 3++ магистратуры по направлению подготовки 44.04.01 «Педагогическое образование» в требованиях к структуре программы закрепляет статус элективных курсов (п. 2.6).

¹ Законодательство Российской Федерации (2018, 22 февраля). Приказ Министерства образования и науки РФ от 22 февраля 2018 г. № 126 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования — магистратура по направлению подготовки 44.04.01 “Педагогическое образование”». URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minobrnauki-Rossii-ot-22.02.2018-N-126/> (дата обращения: 01.08.2022).

Элективный курс носит авторский характер и сочетает не только групповые и индивидуальные формы работы, но и инновационные технологии с использованием дистанционного обучения, интерактивных лекций, исследовательских работ и проектов. Курсу «Наукометрия в цифровой среде» присущи прикладная и развивающая функции, так как содержание строится на формах и методах применения знаний на практике. Авторский элективный курс является межпредметным, так как построен на интеграции знаний с информатикой, математикой, лингвистикой, библиографией и пр.

Курс является востребованным и вызывает большой интерес в магистратуре, так как все магистранты в рамках своей научно-исследовательской деятельности должны активно публиковаться, составлять отчеты и готовить итоговую научную работу. «Наукометрия в цифровой среде» содержит полную информацию по всем вопросам, связанным с совершенствованием навыков самостоятельной исследовательской работы. В этой связи подтверждаются слова известных американских психологов о том, что авторская программа, рассчитанная на творческую учебно-исследовательскую коммуникацию магистранта и преподавателя, вырастает «из жизни тех людей, которые будут взаимодействовать» [7].

Методическое обеспечение курса тесно связано с выбором его вида и соответствующих видовых функций. По характеру обучающей модели профориентации элективный курс является монопрофориентационным [7]. Курс является вспомогательным элементом для основных курсов и при таком положении учебные дисциплины осваиваются эффективно. Элективный курс предназначен для педагогического профиля обучения, нацелен на наукоориентированных магистров, так как по своему содержанию развивает научно-исследовательские компетенции будущего педагога.

«Наукометрия в цифровой среде» изучается на первом курсе в 1-м семестре, так как подготовка к защите выпускной квалификационной работы начинается уже на первом курсе магистратуры. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов (1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам) (см. табл. 1, 2).

Установление уровня достижения результатов освоения элективного курса предполагает разработку критериев оценки знаний, умений и навыков магистров в научно-исследовательской компетенции. Рейтинговая оценка по учебной дисциплине необходима для объективной оценки результатов работы магистра. С помощью интегральных рейтинговых показателей оцениваются все виды деятельности по изучаемому курсу в течение семестра (модуль 1), по итогам зачетно-экзаменационных проверок (модуль 2) и оценки профессиональных компетенций магистра (модуль 3).

Модули рейтинговой оценки имеют следующие весовые коэффициенты:

- 0,5 — для оценки итогов текущего контроля знаний в течение семестра (модуль 1);
- 0,4 — для оценки итогов промежуточной аттестации (модуль 2);
- 0,1 — для оценки профессиональных компетенций магистра (модуль 3).

Таблица 1

**Виды учебных занятий и почасовая нагрузка
курса «Интерактивные и активные методы» (ИАМ)**

Виды учебных занятий	Кол-во часов		
	Всего	Семестр 1-й	
1. Контактная работа:	48	48	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия (с использованием ИАМ) (ПЗ)	32	32	
Контроль самостоятельной работы			
2. Самостоятельная работа (СР)	60	60	
Курсовая работа (проект)			
Подготовка доклада (сообщения), выполнение реферата (эссе, иных письменных работ)	10	10	
Решение практических заданий, тестов, ответы на контрольные вопросы и т. п.	20	20	
Проработка конспектов лекций, обязательной и дополнительной литературы (с составлением конспекта или без)	20	20	
Составление обзора литературы			
Подготовка презентации в MS PowerPoint	10	10	
Общая трудоемкость дисциплины	Часы	108	108
	зачетные единицы	3	3
Вид итогового контроля	Зачет		

Таблица 2

Тематический план

Наименование тем дисциплины	Контактная работа (в часах)		СРС	Всего часов	Компетенции	Признак компетенции
	Лекции	Практические занятия (с ИАМ)				
1	2	3	4	5	6	7
Введение в дисциплину «Наукометрия в цифровой среде»	2	1	4	7	УК-1 ОПК-8	УК-1.1; УК-1.2; ОПК-8.1
Ключевые показатели наукометрии: индекс цитирования, импакт-фактор, индекс Хирша и др.	2	1	4	7	ПК-3 ОПК-8	ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3

1	2	3	4	5	6	7
Российские наукометрические базы данных	2	5	6	45	ПК-3	ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3
					ОПК-8	ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3
Зарубежные наукометрические базы данных	–	4	6	10	ОПК-8	3.2; У.1; 3.1; 3.3; В.1; У.3; В.2
					ПК-3	ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3
Информационные порталы и базы данных с открытым и закрытым доступом и разной степенью научности: ORCID, Researcher ID, Google Scholar, Wikipedia, Academia.edu	1	2	6	9	ПК-3	ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3
Наукометрические инструменты в современной образовательной и научной деятельности	1	2	4	7	ПК-3	ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3
Способы расчета количественных показателей научной активности. Базовые и расширенные возможности поиска по автору, организации в базах данных	2	4	6	12	ОПК-8	ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3
					ПК-3	ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3
Работа с библиографией		3	4	7	ПК-3	ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3
					ОПК-8	ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3
Источники открытых публикаций EBSCO Community	2	3	4	9	ПК-3	ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3
					ОПК-8	ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3
Источники открытых публикаций Research Information, The Scholarly Kitchen	2	2	6	10	ПК-3	ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3
					ОПК-8	ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3
Электронные платформы для поиска открытых публикаций: J-Gate, DOAS, Unpaywall	2	2	4	8	ПК-3	ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3
					ОПК-8	ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3

1	2	3	4	5	6	7
Электронные платформы для поиска открытых публикаций: PubMed, CrossRef, DataCite	–	2	4	6	ПК-3	ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3
					ОПК-8	ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3
Подготовка и оформление научных статей в журналах, индексируемых в русских и международных наукометрических базах данных	–	2	2	4	ПК-3	ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3
					ОПК-8	ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3
Итого	16	32	60	108		

Далее, согласно единому механизму оценки знаний магистров, после сопоставления рейтинговых показателей по разным дисциплинам и курсам принимается величина, выраженная в процентах.

Эффективное усвоение учебной программы считается при полном усвоении знаний магистром и соответствует 100 %.

Рейтинговая оценка ниже 100 % означает, что установленная доля необходимого объема знаний магистром не усвоена.

Самый высокий, отличный результат, который может быть получен магистром по каждому из модулей рейтинговой оценки, будет равен 100 %.

Интегральный рейтинговый показатель формируется в результате суммирования вышеуказанных весовых коэффициентов (в процентах) и получает свое выражение в нижеприведенной шкале соответствия пятибалльных, рейтинговых и европейских оценок (табл. 3, 4).

Таблица 3

Шкала соответствия пятибалльных, рейтинговых и европейских оценок

5-балльная оценка	Рейтинговая оценка, %	Европейская оценка
5 — отлично	90–100	A
4 — хорошо	82–89	B
	75–81	C
3 — удовлетворительно	67–74	D
	60–66	E
2 — неудовлетворительно	Менее 60	F

Таблица 4

Критерии текущего контроля

Виды работы на семинарском занятии	Количество баллов	Максимальное количество баллов за курс
1. Активность на практическом занятии (ответы на вопросы по лекции, творческие задания)	0–3	30
2. Выступление с докладом	0–5	5

Виды работы на семинарском занятии	Количество баллов	Максимальное количество баллов за курс
3. Вопросы к выступающим	0–1	10
4. Социальные характеристики студента (посещение всех лекций, семинаров, культура поведения)	0–10	10
5. Подготовка презентации	0–5	5
6. ИКР (тестирование)	0–40	40
Итого		100

Итоговая оценка по элективному курсу складывается по итогам всех форм текущего контроля магистра в семестре. Оценка по модулю 1 суммируется с оценками по модулям 2 и 3, при этом учитывается кумулятивный принцип получения оценки по результатам каждого модуля (максимум 100 %).

Доклад оценивается по 5-балльной шкале по следующим параметрам:

- 1 балл — наличие доклада;
- 2 балла — соответствие содержания тематике и плану;
- 3 балла — логичность и последовательность изложения;
- 4 балла — культура речи;
- 5 баллов — ответы на вопросы по теме доклада.

Презентация также оценивается по 5-балльной шкале:

- 1 балл — наличие презентации;
- 2 балла — соответствие теме и цели доклада;
- 3 балла — соблюдение единого стиля, лаконичности, унификации;
- 4 балла — ответы на вопросы в ходе дискуссии;
- 5 баллов — соблюдение регламента.

Введение элективного курса как модуля профильного обучения в учебный план магистратуры, направленного на развитие научно-исследовательской компетенции, должно способствовать социализации и адаптации студентов. Выбор форм и методов обучения диктуется не только инновационностью и креативностью, но и индивидуальными и возрастными особенностями обучающихся в магистратуре, поэтому принцип саморазвития личности является ключевым.

Дискуссионные вопросы

Полученные результаты подтверждают целесообразность и необходимость продолжения изучения вопросов, связанных с проверкой эффективности обучения наукометрии в магистратуре. На констатирующем этапе эксперимента будет использован метод оценки эффективности научно-исследовательской компетенции магистров, будут выявлены сильные и слабые стороны программы.

Заключение

Итак, важным элементом методической системы является элективный курс. Структура курса включает в себя разработку программы, целей и задач курса, требований к уровню учебных достижений магистров, тематического плана, содержания тем и практических занятий, контроля уровня учебных достижений, учебно-методического обеспечения, перечня рекомендуемой литературы. Элективный курс, направленный на совершенствование навыков самостоятельной исследовательской работы, должен строиться на принципе лично ориентированного подхода; в этом случае реализация целей и задач по формированию профессиональных компетенций будущих педагогов-магистров будет эффективна.

Список источников

1. Григорьев, С. Г., Лукин, Д. В., Лукина, Я. В. (2021). *Основы научно-технической информации*. Учебное пособие. Москва: МГПУ. 76 с.
2. Иванова, И. К. (2019). Научно-исследовательская работа студентов как надпрофессиональная компетенция в образовательной среде. *Академическая публицистика*, 4, 104–106.
3. Викулова, Л. Г., Герасимова, С. А. (2020). Элективный курс как средство формирования научно-исследовательской компетенции студентов бакалавриата. *Педагогические науки*, 3(36), 226–233.
4. Заславская, О. Ю., Левченко, И. В. (2005). Реализация технологии подготовки учителя к организации и проведению элективных курсов для предпрофильного обучения школьников. *Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования»*, 2, 46–50.
5. Раздьяконова, Е. Г. (2010). Элективные курсы — важное звено в системе профильной подготовки учащихся гуманитарных классов. *Вестник Челябинского государственного педагогического университета*, 5, 181–187.
6. Зелинский, М. М. (2007). Модуляризация учебных материалов: цели и процедуры проведения. *Вестник Астраханского ГТУ*, 4, 269–273.
7. Роджерс, К., Фрейберг, Дж. (2002). *Свобода учиться*. Москва: Смысл. 527 с.

References

1. Grigoriev, S. G., Lukin, D. V., & Lukina, Ya. V. (2021). *Fundamentals of scientific and technical information*. Textbook. Moscow: MCU. 76 p. (In Russ.).
2. Ivanova, I. K. (2019). Research work of students as a supra-professional competence in the educational environment. *Academic journalism*, 4, 104–106.
3. Vikulova, L. G., & Gerasimova, S. A. (2020). Elective course as a means of forming the research competence of undergraduate students. *Pedagogical sciences*, 3(36), 226–233. (In Russ.).
4. Zaslavskaya, O. Yu., & Levchenko, I. V. (2005). Implementation of the technology of teacher training for the organization and conduct of elective courses for pre-professional training of schoolchildren. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*, 2, 46–50. (In Russ.).

5. Razdiakonova, E. G. (2010). Elective courses are an important link in the system of profile training of students of humanities classes. *Bulletin of the Chelyabinsk State Pedagogical University*, 5, 181–187. (In Russ.).

6. Zelinsky, M. M. (2007). Modularization of educational materials: goals and procedures of conducting. *Bulletin of the Astrakhan State Technical University*, 4, 269–273. (In Russ.).

7. Rogers, K., & Freiberg, J. (2002). *Freedom to learn*. Moscow: Sense, 527 p. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию: 15.06.2022;
одобрена после рецензирования: 04.08.2022;
принята к публикации: 02.09.2022.

The article was submitted: 15.06.2022;
approved after reviewing: 04.08.2022;
accepted for publication: 02.09.2022.

Информация об авторе:

Ярина Васильевна Лукина — аспирант департамента информатики, управления и технологий, Институт цифрового образования, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия,
yarinachupahina@mail.ru

Information about author:

Yarina V. Lukina — Postgraduate student of the Department of Informatics, Management and Technology of the Institute of Digital Education, Moscow City University, Moscow, Russia,
yarinachupahina@mail.ru

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

Уважаемые авторы!

В журнале печатаются как оригинальные, так и обзорные статьи по информатике, информационным технологиям в образовании, а также методики преподавания информатики, разработки в области информатизации образования. Журнал адресован педагогам высших и средних специальных учебных заведений, учителям школ, аспирантам, соискателям ученой степени, студентам.

Редакция просит вас при подготовке материалов, предназначенных для публикации в «Вестнике», руководствоваться следующими требованиями к оформлению научной литературы.

1. Шрифт: Times New Roman, 14 кегль; межстрочный интервал — 1,5; поля: верхнее, нижнее и левое — по 20 мм, правое — 10 мм. Объем статьи, включая список литературы и постраничные сноски, не должен превышать 18–20 тыс. печатных знаков (0,4–0,5 а. л.). При использовании латинского или греческого алфавита обозначения набираются: латинскими буквами — в светлом курсивном начертании; греческими буквами — в светлом прямом. Рисунки должны выполняться в графических редакторах. Графики, схемы, таблицы нельзя сканировать. Формулы набираются в математическом редакторе Microsoft Word. Размеры формул: обычный — 11 пт, крупный индекс — 6 пт, мелкий индекс — 5 пт, крупный символ — 18 пт, мелкий символ — 10 пт.

2. Инициалы и фамилия автора набираются полужирным шрифтом в начале статьи слева, заголовок — посередине, полужирным шрифтом.

3. В начале статьи после названия помещаются аннотация на русском языке (не более 500 печатных знаков) и ключевые слова и словосочетания (не более 6–7), разделяют их точкой с запятой. После аннотации на русском языке указываются название статьи, автор, аннотация (Abstract) и ключевые слова (Keywords) на английском языке.

4. Статья снабжается пристатейным списком литературы, оформленным в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1–2003 «Библиографическая запись», на русском и английском языках.

5. Ссылки на издания из пристатейного списка даются в тексте в квадратных скобках, например: [3, с. 57] или [6, т. 1, кн. 2, с. 89]; их нумерация в статье идет в последовательности вставки ссылок в текст.

6. Ссылки на интернет-ресурсы и архивные документы помещаются в тексте в круглых скобках или внизу страницы по образцам, приведенным в ГОСТ Р 7.05–2008 «Библиографическая ссылка».

7. В конце статьи (после списка литературы) указываются сведения об авторе(ах) на русском и английском языках.

8. Рукопись подается в редакцию журнала в установленные сроки на электронном и бумажном носителях.

9. К рукописи прилагаются сведения об авторе (Ф. И. О., ученая степень, звание, должность, место работы, электронный или почтовый адрес для контактов) на русском и английском языках.

10. В случае несоблюдения какого-либо из перечисленных требований автор обязан внести необходимые изменения в рукопись в пределах срока, установленного для ее доработки.

Более подробную информацию о требованиях к оформлению рукописи можно найти на сайте журнала: dlt.mgpi.ru.

Плата за публикацию рукописей в журнале не взимается.

По вопросам публикаций статей в журнале обращаться к заместителю главного редактора *Виктору Семеновичу Корнилову* (Москва, Шереметьевская ул., д. 29, департамент информатизации образования Института цифрового образования Московского городского педагогического университета).

Телефон редакции: (495) 618-40-33.

E-mail: vs_kornilov@mail.ru

Научный журнал / Scientific Journal

Вестник МГПУ.

Серия «Информатика и информатизация образования»

MCU Journal of Informatics and Informatization of Education

2022, № 4 (62)

Зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации
по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Регистрационный номер и дата принятия решения о регистрации:
серия ПИ № ФС77-82089 от 12 октября 2021 г.

Главный редактор:

член-корреспондент РАО, доктор технических наук, профессор *С. Г. Григорьев*

Главный редактор выпуска:

кандидат исторических наук, старший научный сотрудник

Т. П. Веденева

Редактор:

К. М. Музамилова

Техническое редактирование и верстка:

О. Г. Арефьева

Научно-информационный издательский центр МГПУ
129226, Москва, 2-й Сельскохозяйственный проезд, д. 4

Телефон: (499) 181-50-36

https://www.mgpu.ru/centers/izdat_centre/

Подписано в печать: 16.12.2022.

Формат: 70 × 108 ¹/₁₆. Бумага: офсетная.

Объем: 8,25 печ. л. Тираж: 1000 экз.