



ВЕСТНИК РОССИЙСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ДРУЖБЫ НАРОДОВ. СЕРИЯ: ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

2025 Том 22 № 1

DOI 10.22363/2312-8631-2025-22-1

<http://journals.rudn.ru/informatization-education>

Научный журнал
Издается с 2004 г.

Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-61217 от 30.03.2015 г.

Учредитель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Гриницкин Вадим Валерьевич, доктор педагогических наук, профессор, академик РАО, профессор департамента информатизации образования, Институт цифрового образования, Московский городской педагогический университет, профессор кафедры информационных технологий в непрерывном образовании, Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Григорьева Наталия Анатольевна, доктор исторических наук, профессор, заместитель директора Учебно-научного института сравнительной образовательной политики, Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Суворова Татьяна Николаевна, доктор педагогических наук, профессор, заведующая лабораторией развития цифровой образовательной среды, Центр развития образования, Российская академия образования, профессор кафедры информационных технологий в непрерывном образовании, Учебно-научный институт сравнительной образовательной политики, Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

Беркитбаев Камалбек Мейрбекович, доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры компьютерных наук, Международный казахско-турецкий университет имени Х.А. Ясави, Туркестан, Казахстан

Бидайбеков Есен Ыкласович, доктор педагогических наук, профессор, заведующий Международной научной лабораторией проблем информатизации образования и образовательных технологий, Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан

Григорьев Сергей Георгиевич, профессор, доктор технических наук, член-корреспондент РАО, профессор департамента информатики, управления и технологий, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия

Заславская Ольга Юрьевна, доктор педагогических наук, профессор, научный руководитель департамента информатизации образования, Институт цифрового образования, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия

Игнатьев Олег Владимирович, доктор технических наук, профессор, проректор, Московский государственный строительный университет, Москва, Россия

Ковачева Евгения, PhD, доцент, Университет библиотековедения и информационных технологий, София, Болгария

Корнилов Виктор Семенович, кандидат физико-математических наук, доктор педагогических наук, профессор департамента информатизации образования, Институт цифрового образования, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия

Лавонен Яри, доктор наук, профессор физики и химии, начальник отдела педагогического образования, Университет Хельсинки, Хельсинки, Финляндия

Носков Михаил Валерианович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры прикладной информатики и компьютерной безопасности, Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

Соболева Елена Витальевна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры цифровых технологий в образовании, Вятский государственный университет, Киров, Россия

Фомин Сергей, кандидат физико-математических наук, профессор департамента математики и статистики, Университет штата Калифорния, Чико, США

Хьюз Джоанн, профессор, член ЮНЕСКО, директор Центра открытого обучения, Королевский университет Белфаста, Белфаст, Великобритания

Щербатых Сергей Викторович, доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры математики и методики ее преподавания, исполняющий обязанности ректора, Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина, Елец, Россия

ВЕСТНИК РОССИЙСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ДРУЖБЫ НАРОДОВ. СЕРИЯ: ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

ISSN 2312-8631 (Print); ISSN 2312-864X (Online)

4 выпуска в год (ежеквартально).

Языки: русский, английский.

Входит в перечень рецензируемых научных изданий ВАК РФ.

Материалы журнала размещаются на платформах РИНЦ на базе Научной электронной библиотеки (НЭБ), DOAJ, Cyberleninka, Ulrich's Periodical Directory, WorldCat, East View, ERICH Plus, Dimensions.

Цель и тематика

Ежеквартальный научный рецензируемый журнал по проблемам информатизации образования «Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования» издается Российским университетом дружбы народов с 2004 года.

Цель журнала – публикация оригинальных статей, содержащих результаты теоретических, аналитических и экспериментальных исследований эффективности российских и зарубежных подходов к использованию современных информационных и телекоммуникационных технологий на всех уровнях системы образования.

На страницах журнала описываются эффективные приемы создания цифровых образовательных ресурсов, формирования цифровой образовательной среды, развития дистанционного, смешанного и перевернутого обучения, информатизации инклюзивного образования, персонализации подготовки студентов и школьников на основе применения цифровых технологий.

Публикуемые статьи содержат проверенные теорией и практикой рекомендации по подготовке и переподготовке педагогов к осуществлению профессиональной деятельности в условиях глобального и повсеместного использования таких новейших технологий, как цифровое моделирование, интернет вещей, искусственный интеллект, большие данные, цифровая робототехника, иммерсивных, гипермедиа и других технологий. Особое внимание уделяется исследованию авторских содержания, методов и средств обучения информатике.

Основные тематические разделы:

- педагогика и дидактика информатизации;
- разработка учебных программ и электронных ресурсов;
- глобальные аспекты информатизации образования;
- цифровая образовательная среда;
- дистанционное, смешанное и перевернутое обучение;
- цифровые технологии в инклюзивном образовании;
- влияние технологий на развитие образования;
- готовность педагогов к информатизации;
- менеджмент образовательных организаций в информационную эпоху;
- обучение информатике.

Журнал адресован мировой научной общественности, исследователям, преподавателям в сфере информатизации образования, педагогам, учителям и докторантам.

Включен в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ по специальностям: 5.8.1. Общая педагогика, история педагогики и образования; 5.8.2. Теория и методика обучения и воспитания (по уровням и областям образования); 5.8.7. Методология и технология профессионального образования.

Редактор *А.С. Намолик*
Компьютерная верстка *Т.Н. Селивановой*

Адрес редакции:
Российская Федерация, 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3
Тел.: +7 (495) 955-07-16; e-mail: publishing@rudn.ru

Адрес редакционной коллегии журнала:
Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 10, корп. 2
Тел.: +7 (495) 434-87-77; e-mail: infoeduj@rudn.ru

Подписано в печать 24.03.2025. Выход в свет 31.03.2025. Формат 70×108/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура «Times New Roman».
Усл. печ. л. 10,70. Тираж 500 экз. Заказ № 66. Цена свободная.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»
Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

Отпечатано в типографии ИПК РУДН
Российская Федерация, 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3
Тел. +7 (495) 955-08-61; e-mail: publishing@rudn.ru



RUDN JOURNAL OF INFORMATIZATION IN EDUCATION

2025 VOLUME 22 NUMBER 1

DOI 10.22363/2312-8631-2025-22-1

<http://journals.rudn.ru/informatization-education>

Founded in 2004

Founder: PEOPLES' FRIENDSHIP UNIVERSITY OF RUSSIA NAMED AFTER PATRICE LUMUMBA

EDITOR-IN-CHIEF

Vadim V. Grinshkun, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Education, Professor of the Department of Informatization of Education, Institute of Digital Education, Moscow City University, Professor of the Department of Information Technologies in Continuing Education, RUDN University, Moscow, Russia

DEPUTY CHIEF EDITORS

Nataliya A. Grigoreva, Doctor of Historical Sciences, Professor, Deputy Director of the Educational-Scientific Institute of Comparative Educational Policy, RUDN University, Moscow, Russia

Tatyana N. Suvorova, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Digital Education Environment, Education Development Center, Russian Academy of Education, Professor of the Department of Information Technologies in Lifelong Learning, Educational-Scientific Institute of Comparative Educational Policy, RUDN University, Moscow, Russia

EDITORIAL BOARD

Kamalbek M. Berkimbayev, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Computer Sciences, Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkistan City, Kazakhstan

Esen Y. Bidaybekov, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Department of Informatics and Informatization of Education, Abay Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

Sergei Fomin, Professor, Department of Mathematics and Statistics, California State University, Chico, United States

Sergey G. Grigorev, Doctor of Technical Sciences, Full Professor, corresponding member of the Russian Academy of Education, Professor of the Department of IT, Management and Technology, Moscow City University, Moscow, Russia

Joanne Hughes, Professor, member of UNESCO, Director of the Center of Open Training, Royal University of Belfast, Belfast, United Kingdom

Oleg V. Ignatev, Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Vice-Rector, Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

Viktor S. Kornilov, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Doctor of Pedagogical Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Informatization of Education, Institute of Digital Education, Moscow City University, Moscow, Russia

Eugenia Kovatcheva, Associate Professor in Informatics and ICT Applications in Education, State University of Library Studies and Information Technologies, Sofia, Bulgaria

Jari Lavonen, D.Sc., Professor of Physics and Chemistry, Head of the Department of Teacher Education, University of Helsinki, Helsinki, Finland

Mikhail V. Noskov, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Applied Informatics and Computer Security, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

Sergey V. Shcherbatykh, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Mathematics and Methods of its Teaching, Acting Rector, Bunin Yelets State University, Yelets, Russia

Elena V. Soboleva, PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Digital Technologies in Education, Vyatka State University, Kirov, Russia

Olga Yu. Zaslavskaya, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Scientific Director of the Department of Informatization of Education, Institute of Digital Education, Moscow City University, Moscow, Russia

RUDN JOURNAL OF INFORMATIZATION IN EDUCATION
Published by the Peoples' Friendship University of Russia
named after Patrice Lumumba (RUDN University)

ISSN 2312-8631 (Print); ISSN 2312-864X (Online)

Publication frequency: quarterly.

Languages: Russian, English.

Indexed in Russian Index of Science Citation, DOAJ, Cyberleninka, Ulrich's Periodical Directory, WorldCat, East View, ERICH Plus, Dimensions.

Aim and Scope

The quarterly scientific reviewed journal on education informatization problems *RUDN Journal of Informatization in Education* is published by the Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University) since 2004.

The aim of the journal is to publish original scientific papers that report theoretical, analytical and experimental studies on the effectiveness of Russian and foreign approaches of using contemporary information and communication technologies in all levels of education.

The journal scope covers the whole spectrum of EdTech landscape, including curriculum development and course design, digital educational environment, distance, blended and flipped learning, digital technology for inclusion, ICTs and personalized learning for students and high-school children.

The published papers cover theory-based, practice-proven recommendations for teacher training and retraining programmes aim to develop skills in using digital modelling, internet of things, artificial intelligence, big data, robotics, immersive and hypermedia solutions and other technologies. There is a particular focus on teaching methods for computer science.

Main thematic sections:

- pedagogy and didactics in informatization;
- curriculum development and course design;
- informatization of education: a global perspective;
- digital educational environment;
- distance, blended and flipped learning;
- digital technology for inclusion;
- evolution of teaching and learning through technology;
- ICT skills and competencies among teachers;
- management of educational institutions in the information era;
- teaching computer science.

The journal for the world scientific community: researchers, EdTech teachers, educators, doctoral students.

Copy Editor *A.S. Namoylik*
Layout Designer *T.N. Selivanova*

Address of the editorial office:

3 Ordzhonikidze St, Moscow, 115419, Russian Federation
Tel.: +7 (495) 955-07-16; e-mail: publishing@rudn.ru

Address of the editorial board of RUDN Journal of Informatization in Education:

10 Miklukho-Maklaya St, bldg 2, Moscow, 117198, Russian Federation
Tel.: +7 (495) 434-87-77; e-mail: infoeduj@rudn.ru

Printing run 500 copies. Open price.

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba
6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation

Printed at RUDN Publishing House
3 Ordzhonikidze St, Moscow, 115419, Russian Federation
Tel.: +7 (495) 955-08-61; e-mail: publishing@rudn.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕДАГОГИКА И ДИДАКТИКА ИНФОРМАТИЗАЦИИ

- Алехина И.Г., Душин А.В., Жедяевский Д.Н., Калашников П.К., Мартынов В.Г., Подуфалов Н.Д., Савенков А.И.** О разработке дидактических систем в условиях цифровой трансформации профессионального образования (часть 1) 7

ГЛОБАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

- Korchak A., Patarakin Ye., Costley J.** Exploring the use of generative artificial intelligence by university students: a systematic literature review (Изучение использования генеративного искусственного интеллекта студентами университетов: систематический обзор литературы) 37

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ НА РАЗВИТИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

- Рахимов А.А.** Теоретические аспекты применения системы компьютерного моделирования Maple в процессе преподавания математики студентам технических вузов..... 58

- Vazhenova I.V., Klunnikova M.M., Pak N.I.** Developing structural component of computational thinking using the algorithmic primitives method (Развитие структурного компонента вычислительного мышления с использованием метода алгоритмических примитивов)..... 76

- Danilenko A.S., Shershneva V.A., Dumler N.P.** Aspects of developing English-Russian electronic dictionary on data analysis for IT students (Аспекты разработки англо-русского электронного словаря по анализу данных для студентов IT-направлений) 89

ОБУЧЕНИЕ ИНФОРМАТИКЕ

- Добромиров Д.Д.** Существующие подходы к обучению информационным технологиям студентов физико-математических направлений подготовки..... 99

- Ортина Н.А.** О подходах к использованию нейронных сетей в качестве объекта и средства обучения в начальной и основной школе..... 109

CONTENTS

PEDAGOGY AND DIDACTICS IN INFORMATIZATION

- Alyokhina I.G., Dushin A.V., Zhedyaevsky D.N., Kalashnikov P.K., Martynov V.G., Podufalov N.D., Savenkov A.I.** On the development of didactic systems in the context of digital transformation of vocational education (part 1) 7

INFORMATIZATION OF EDUCATION: A GLOBAL PERSPECTIVE

- Korchak A., Patarakin Ye., Costley J.** Exploring the use of generative artificial intelligence by university students: a systematic literature review..... 37

EVOLUTION OF TEACHING AND LEARNING THROUGH TECHNOLOGY

- Rakhimov A.A.** Theoretical aspects of the method of teaching higher mathematics using the computer program Maple for students of technical universities..... 58
- Bazhenova I.V., Klunnikova M.M., Pak N.I.** Developing structural component of computational thinking using the algorithmic primitives method 76
- Danilenko A.S., Shershneva V.A., Dumler N.P.** Aspects of developing English-Russian electronic dictionary on data analysis for IT students..... 89

TEACHING COMPUTER SCIENCE

- Dobromirov D.D.** Existing approaches to teaching information technologies to students of physics and mathematics specializations 99
- Ortina N.A.** On approaches to using neural networks as an object and a means of learning in primary and secondary school..... 109

ПЕДАГОГИКА И ДИДАКТИКА ИНФОРМАТИЗАЦИИ PEDAGOGY AND DIDACTICS IN INFORMATIZATION

DOI: 10.22363/2312-8631-2025-22-1-7-36

EDN: SPISQE

УДК 377.1

Научная статья / Research article

О разработке дидактических систем в условиях цифровой трансформации профессионального образования (часть 1)

И.Г. Алехина^{1,2}, А.В. Душин¹, Д.Н. Жедяевский¹,
П.К. Калашников¹, В.Г. Мартынов¹, Н.Д. Подуфалов²✉,
А.И. Савенков^{2,3}

¹Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, Москва, Российская Федерация

²Российская академия образования, Москва, Российская Федерация

³Московский городской педагогический университет, Москва, Российская Федерация
✉londont@yandex.ru

Аннотация. *Постановка проблемы.* Широкое применение в образовательном процессе профессиональной школы современных цифровых и сетевых технологий привело к необходимости анализа инновационного опыта с позиций общей теории и дидактики профессионального образования и развития соответствующих направлений педагогической теории в условиях цифровой трансформации. Наибольшую актуальность в санкционных условиях приобретают задачи совершенствования подготовки высокопрофессиональных кадров по инженерно-техническим и технологическим направлениям и специальностям. С этой целью развивается теория дидактических систем технического образования в ситуации цифровой трансформации и начата разработка модельной дидактической системы высшего образования по группам предметных областей знаний, обеспечивающих подготовку кадров для нефтегазовой отрасли. *Методология.* Авторы определяют различия и взаимосвязь понятий «дидактическая теория» и «дидактическая система», формулируют основные методологические положения дидактических систем в высшей школе и подходы к разработке конкретных систем. Рассматриваются концептуальные положения использования цифровых технологий при построении дидактических систем, особенности разработки дидактических систем для технического образования. *Результаты.* Разработаны методологические основы построения дидактических систем

© Алехина И.Г., Душин А.В., Жедяевский Д.Н., Калашников П.К., Мартынов В.Г., Подуфалов Н.Д., Савенков А.И., 2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

в высшем техническом образовании в условиях цифровой трансформации, сформулирован ряд методологических положений теории цифровой и сетевой трансформации образования, начата разработка модельной дидактической системы. *Заключение*. Результаты методологических исследований позволяют перейти к разработке методов и методик формирования дидактических систем в высшей технической школе. Многие положения имеют важное значение для всей системы общего и профессионального образования и позволяют развернуть аналогичные исследования в системе среднего профессионального образования.

Ключевые слова: дидактика профессионального образования, теория высшей школы, дидактическая система, техническое образование, концепция цифровой трансформации образования, цифровые технологии, нефтегазовая отрасль

Вклад авторов. Все авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.








Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности. Авторы статьи глубоко благодарны академику Российской академии образования В.С. Лазареву за ценные обсуждения теоретических, методологических и психологических аспектов развития процессов цифровой трансформации образования.

История статьи: поступила в редакцию 7 августа 2024 г.; доработана после рецензирования 15 октября 2024 г.; принята к публикации 8 ноября 2024 г.

Для цитирования: *Алехина И.Г., Душин А.В., Жедяевский Д.Н., Калашников П.К., Мартынов В.Г., Подуфалов Н.Д., Савенков А.И.* О разработке дидактических систем в условиях цифровой трансформации профессионального образования (часть 1) // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2025. Т. 22. № 1. С. 7–36. <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2025-22-1-7-36>

On the development of didactic systems in the context of digital transformation of vocational education (part 1)

Irina G. Alyokhina^{1,2}, Andrey V. Dushin¹, Dmitry N. Zhedyaevsky¹,
Pavel K. Kalashnikov¹, Viktor G. Martynov¹, Nikolay D. Podufalov²,
Alexander I. Savenkov³

¹*Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Moscow, Russian Federation*

²*Russian Academy of Education, Moscow, Russian Federation*

³*Moscow City University, Moscow, Russian Federation*

londont@yandex.ru

Abstract. Problem statement. The widespread use of modern digital and network technologies in the educational process of professional school has led to the need to analyze innovative experience from the standpoint of general theory and didactics of vocational education and development of relevant areas of pedagogical theory in the context of digital transformation. The tasks of improving the training of highly professional personnel in

engineering, technical and technological areas and specialties are becoming most relevant in sanctions conditions. To this end, the theory of didactic systems of technical education in the context of digital transformation is being developed, and formulation of a model didactic system of higher education has begun in groups of subject areas of knowledge that provide training for oil and gas industry. *Methodology.* The authors identify the differences and interrelation of the concepts of “didactic theory” and “didactic system”, and formulate the main methodological provisions of didactic systems in higher education and approaches to the development of specific systems. The conceptual provisions of use of digital technologies in construction of didactic systems and the features of development of didactic systems for technical education are considered. *Results.* Methodological foundations for the construction of didactic systems in higher technical education in the context of digital transformation have been developed, a number of methodological provisions of the theory of digital and network transformation of education have been formulated, and the development of a model didactic system has begun. *Conclusion.* The results of methodological research allow us to move on to the development of methods and techniques for the formation of didactic systems in higher technical schools. Many provisions are important for the entire system of general and vocational education and allow for the deployment of similar studies in the system of secondary vocational education.

Keywords: didactics of professional education, theory of higher education, didactic system, technical education, concept of digital transformation of education, digital technologies, oil and gas industry

Author’s contribution. The authors contributed equally to this article.

Conflicts of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

Acknowledgements. The authors are deeply grateful to the academician of Russian Academy of Education V.S. Lazarev for valuable discussions of theoretical, methodological, and psychological development issues of digital transformation of education processes.

Article history: received 7 August 2024; revised 15 October 2024; accepted 8 November 2024.

For citation: Alyokhina IG, Dushin AV, Zhedyaevsky DN, Kalashnikov PK, Martynov VG, Podufalov ND, Savenkov AI. On the development of didactic systems in the context of digital transformation of vocational education (part 1). *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2025;22(1):7–36. <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2025-22-1-7-36>

Постановка проблемы. В настоящей работе продолжаются систематизация и развитие общей теории и дидактики высшего и среднего профессионального образования, начатые авторами в статьях [1–6]. В них были представлены концептуальные и методологические подходы к формированию теории и дидактики высшего профессионального образования и сформулирован ряд основных категорий и положений данных разделов педагогической науки, рассмотрены некоторые особенности высшего технического образования и раздела специальной дидактики высшего образования, а также поставлена задача разработки дидактических систем в профессиональной школе.

Системное и комплексное построение основ общей теории и дидактики профессионального образования потребует одновременной разра-

ботки вопросов теории профессионального образования и построения соответствующих дидактических систем с тем, чтобы концептуальные и методологические положения теории были лучше увязаны с методами и методиками их реализации в образовательной практике. С этих позиций мы подходим и к формированию общей теории высшего образования. Несмотря на то, что центральный объект наших исследований – высшая школа, многие результаты, приведенные в настоящей статье, относятся к профессиональному образованию в целом.

Для дальнейшего развития данных направлений педагогических исследований необходимо, с одной стороны, проанализировать накопленный за последние десятилетия опыт формирования теории и дидактики общего и педагогического образования, где наиболее детально разработаны и хорошо апробированы в образовательной практике разнообразные дидактические системы, и максимально использовать разделы их категориального и понятийного аппарата, важнейшие дидактические положения, имеющие общесистемное значение для всех уровней образования. С другой стороны, следует организовать изучение инновационных направлений развития образовательного процесса в высшей и средней профессиональной школе: с позиций педагогической теории регулярно проводить анализ инновационных образовательных технологий, в первую очередь связанных с применением в образовании цифровых и сетевых технологий, и результаты этого анализа использовать при дальнейшем развитии общей теории и дидактики профессионального образования.

Сейчас уже имеется достаточно много научных и научно-методических работ, посвященных решению отмеченных задач, результаты которых позволяют перейти к системному и комплексному построению общей теории высшего образования. Например, в монографии [7] рассматривается ряд актуальных проблем современной дидактики профессионального образования и приводится достаточно детальный анализ большого количества научных работ, связанных с этой тематикой.

В отмеченных выше статьях [1–3], исходя из анализа современных достижений педагогической науки, разработан ряд основополагающих разделов теории высшего образования, а изучение и описание инновационных направлений развития дидактики выделено в отдельное научное направление дидактической науки – специальную дидактику (см. также [4]).

На базе Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина под научным руководством отделения профессионального образования Российской академии образования начаты сбор информации и формирование базы данных об инновационных образовательных технологиях и новых дидактических решениях, используемых в высшей школе. Также запущен процесс мониторинга разработки и применения в высшем и среднем техническом образовании иммерсивных технологий и изданы первые выпуски дайджестов по этой тематике.

В работе [6, с. 9] при уточнении направлений исследований и разработок в области дидактики дальнейшее развитие разделов дидактики,

связанных с высшим техническим образованием, «предлагается осуществлять на основе разработки и построения дидактических систем для определенных отраслей производства и соответствующих направлений подготовки кадров, имеющих «близкую отраслевую специфику» и «близкие» условия и требования к организации профессиональной подготовки. Такой подход позволяет, развивая дидактику как единую научную область педагогического знания, достигать высокой степени глубины и детализации научных исследований, необходимой для организации эффективной разработки учебно-методического обеспечения по конкретным направлениям и специальностям подготовки кадров с высшим образованием».

Цель исследования. Исследование посвящено продолжению разработки основ дидактической теории и созданию конкретных дидактических систем высшего профессионального образования с учетом процессов цифровой и сетевой трансформации образования, а также разработке ряда методологических положений теории цифровой и сетевой трансформации образования. В качестве модельной задачи рассматривается построение дидактической системы высшего технического образования по группам предметных областей знаний [2; 3], обеспечивающих подготовку кадров для нефтегазовой отрасли.

В связи с тем, что изложение результатов проведенной работы занимает большой объем, по итогам исследования подготовлено две статьи. В настоящей статье изложены общие подходы к формированию дидактических систем в высшем профессиональном образовании и ряд их базовых положений, разработаны методологические положения теории цифровой и сетевой трансформации образования, определены особенности формирования дидактических систем в условиях цифровой трансформации образования.

Методология. Прежде чем начинать разработку каких-либо дидактических систем, необходимо определить различия и взаимосвязь понятий «дидактическая теория» и «дидактическая система», поскольку в научной литературе существует много различных подходов к формированию этих понятий.

Авторы исходят из общих положений, приведенных в статьях [1–3], и считают, что здесь определяющим свойством является то, что дидактическая теория описывает и раскрывает методологию, общие принципы, закономерности, методы и технологии построения учебно-воспитательного процесса¹, не вдаваясь в методические детали его реализации.

Дидактические системы в профессиональном образовании разрабатываются с целью педагогически обоснованного планирования (т. е. планирования на основе общих положений дидактической теории и положений дидактики, связанных со спецификой будущей профессии

¹ Авторы сознательно используют этот якобы устаревший термин, поскольку замена его на термин «процесс обучения» в последние годы привела к девальвации воспитательной составляющей и фактическому разрыву процессов обучения и воспитания.

и профессиональной подготовки), организации, проведения и завершения учебно-воспитательного процесса (или совокупности процессов), обеспечивающего в рамках соответствующих федеральных государственных образовательных стандартов и с учетом профессиональных стандартов подготовку кадров, обладающих необходимыми знаниями, умениями, навыками в заданных предметных (межпредметных, метапредметных) областях знаний, а также необходимыми профессиональными умениями, навыками и компетенциями в решении определенного вида профессиональных задач, являющихся основополагающими для разрабатываемой дидактической системы и определяемых совместно с заказчиками на подготовку кадров.

При этом центральное место занимает выбор содержания образования и профессиональной подготовки и методов, обеспечивающих решение поставленных задач, а также разрабатываются методики, позволяющие реализовать выбранные методы и технологии обучения. Следовательно, конкретная дидактическая система наряду с детализацией соответствующих положений дидактической теории должна еще содержать методики (методические системы), обеспечивающие реализацию выбранных методов и образовательных технологий в учебно-воспитательном процессе или дополняться ими.

Таким образом, мы рассматриваем положения дидактической теории, на основе которых строится конкретная дидактическая система, в качестве теоретической части данной системы. Далее они должны детализироваться в виде конкретных положений, методик, требований, перечней, учебных программ, планов и т. д., позволяющих образовательной организации и профессорско-преподавательскому составу эффективно спланировать, организовать, провести и завершить конкретный учебно-воспитательный процесс, обеспечив решение поставленных задач.

Решая модельную задачу, важно будет найти форму представления разрабатываемой дидактической системы, наиболее удобную для использования результатов исследований и разработок профессорско-преподавательским составом в практической деятельности.

При дальнейшем развитии дидактической теории и основ построения дидактических систем в профессиональном образовании целесообразно провести видовую классификацию систем с учетом опыта, накапливаемого в высшей школе, и опыта классификации дидактических систем в сфере общего образования. Но поскольку теория профессионального образования находится в процессе развития и в ней недостаточно проработана данная проблематика, то пока мы будем осуществлять дифференциацию таких систем с учетом отраслей производства, для которых проводится подготовка кадров, и соответствующих направлений и специальностей подготовки кадров, имеющих близкую отраслевую специфику и близкие условия и требования к организации профессиональной подготовки.

Отметим, что этап разработки дидактических систем весьма важен, поскольку попытки «прямого» перехода от дидактической теории к образовательной практике неэффективны: теория должна носить достаточно общий характер, а образование (особенно инновационное) отличается значительным разнообразием видов, типов и задач, а также условий реализации учебно-воспитательного процесса. Подобные попытки, как правило, приводят к неэффективному выбору содержания образования либо к недостаточной проработанности методических систем. Положения теории должны трактоваться и реализовываться с учетом конкретных условий.

В ряде научных работ рассматривается задача построения универсальной дидактической системы, которая могла бы применяться при реализации любого образовательного процесса независимо от уровней обучения (например, [8]). На взгляд авторов настоящего исследования, такая постановка задачи нереальна: скорее всего, универсализм в разумных пределах должна обеспечивать дидактическая теория (дидактика), а, как отмечено выше, переход от общих теоретических положений к их практической реализации — это задача конкретных дидактических систем. В разные возрастные периоды жизни человека решаются принципиально разные образовательные задачи, и способы их решения принципиально отличаются. Общим здесь может быть только деятельностный принцип.

Данный тезис подтверждается ситуацией в общем образовании, дидактика которого сформирована наиболее полно и детально: здесь инновационные процессы привели к разработке ряда существенно отличающихся дидактических систем (групповое, развивающее, сетевое и другие виды обучения).

Как отмечается в работах [1–3], в профессиональном образовании ситуация характеризуется еще большим разнообразием, в частности, «дидактика технического образования может постепенно превратиться в конгломерат существенно различных дидактических систем, зависящих от уровней, направлений и специальностей высшего образования, но объединенных общей дидактикой высшего образования» [2, с. 7].

Возникает вопрос: с чего начинать разработку дидактической системы?

Прежде всего, разработка должна начинаться с четкого и детального определения целей и задач, которые следует реализовать в ходе строящегося образовательного процесса, а также с планирования его результатов. Далее осуществляется выбор или разработка дидактической теории (или ее разделов), что позволяет адекватно описать и реализовать данный процесс. Как уже отмечалось, в высшем профессиональном образовании эта теория, как и общая теория высшего профессионального образования, пребывает в стадии формирования, то есть приходится одновременно разрабатывать и общую теорию, и дидактику высшего образования параллельно с разработкой нужных дидактических систем. По этой причине

авторы вначале рассмотрели общие подходы к построению теории и дидактики высшего (технического) образования [1–3] и только в настоящей статье поставили перед собой задачу разработки дидактической системы высшего технического образования, учитывающей отраслевую специфику подготовки кадров (специфику нефтегазовой отрасли).

В одной статье невозможно детально описать проектируемую или реализуемую дидактическую систему в высшем образовании. Дидактическая система формируется в результате длительных педагогических исследований, проводимых многими учеными и преподавателями высшей школы, и апробации теоретических разработок в образовательном процессе, а ее детальное описание потребует цикла научных, научно-методических и учебно-методических публикаций.

Результаты и обсуждение

Дидактические системы в высшей школе: общие положения. В работе [1, с. 7] образовательный процесс в общем случае определен как «организованный процесс обучения и воспитания (определены цели, задачи, содержание, формы организации, методы, методики, средства и требования к результатам), направленный на развитие личности». При построении теории высшего профессионального образования необходимо уточнить это понятие.

Образовательный процесс в высшей школе — целостная совокупность взаимосвязанных процессов обучения по образовательным программам высшего профессионального образования, профессиональной подготовки в соответствующих областях профессиональной деятельности с учетом профессиональных стандартов, а также процесса воспитания, направленная на развитие личности.

Образовательный процесс в высшей школе, обеспечивающий систематизированное обучение, профессиональную подготовку, воспитание и развитие, рассматривается нами как одна из важных категорий общей теории профессионального образования наряду с такими базовыми категориями, как мышление, деятельность, развитие.

К основным функциям процесса профессионального образования, включая высшее образование, с полным правом могут быть отнесены следующие (см. также [2; 3]).

Образовательная функция. Система профессионального образования создана и развивается для того, чтобы будущий участник производственного процесса приобрел необходимые знания, на основе которых у него сформируются необходимые в профессии умения и навыки. Он должен овладеть максимально возможным числом профессиональных компетенций.

Воспитательная функция. Воспитательная функция процесса обучения в профессиональной школе (включая высшую) существует объективно и, если дидактическая система подготовки профессионала специально и открыто не декларирует приобщение обучающегося к определенным гражданским, нравственным, эстетическим ценностям, это не означает,

что данные задачи не решаются в процессе обучения. Они решаются, но при этом не контролируются участниками образовательного процесса, что на практике снижает их действенность. Необходимо учитывать, что воспитательная функция профессионального образования делится на два магистральных направления: первое – общее, гражданское воспитание и второе – специфическое воспитание профессионала.

Задача воспитания будущего профессионала как патриота, гражданина своей страны универсальна и должна быть представлена на современном уровне в любой образовательной организации и, тем более, в профессиональной школе, поскольку она формирует элиту общества, обеспечивающую его технологический и социальные прогресс, развитие духовно-нравственных основ.

Не менее важной является задача воспитания молодого человека как профессионала, поскольку есть определенные весьма специфические профессиональные установки у представителей разных профессий: врачей, офицеров, инженеров, учителей, рабочих и др. У каждой профессиональной группы специалистов есть свои, не свойственные другим, профессионально-культурные приоритеты (профессиональный слэнг, поведенческие нормы, эстетические предпочтения и др.)²

Развивающая функция. Эта функция характерна для всего профессионального образования, но наиболее эффективно она реализуется в высшей школе. Задача развития общих когнитивных способностей (интеллект, креативность и др.), неизменно присутствующая в теории общего образования, в высшей школе обычно не ставится, поскольку существенным образом повлиять на их развитие у взрослого человека, каким является студент, возможно лишь в незначительной степени. При этом у будущего профессионала должен успешно пройти процесс становления профессиональной идентичности, предполагающий формирование у него определенной стилистики мышления. Есть определенный стиль мышления инженера, военного, врача, педагога и т. д. В педагогической психологии и психологии труда эти явления тесно связаны с термином «контекстное мышление». Очевидно, что стилистика решения профессиональных задач и сформированные на их основе поведенческие привычки и стереотипы в значительной мере влияют на весь спектр когнитивных и поведенческих реакций. В дидактике профессионального образования и педагогической психологии эти линии развивались представителями различных научных школ (А.М. Матюшкин, Ж. Пиаже, Я.А. Пономарев, О.К. Тихомиров, А.А. Вербицкий, Т. Роуз и др.).

Обучение в высшей школе предполагает формирование и развитие у студента профессионального мышления, позволяющего результативно

² В разные периоды развития системы профессионального образования в разных странах по-разному выстраивались приоритеты между образовательной и воспитательной функциями. Так, например, «Великий Мао» считал «...лучше „красный“, чем специалист». В советском образовании зачастую также следовали этой установке.

решать принципиально важные для успешной деятельности профессиональные задачи. Не менее важна и задача развития других когнитивных качеств личности, например, креативности. Кроме того, существует целый спектр задач психосоциального развития будущего профессионала, отчасти смыкающихся с воспитательной функцией образовательного процесса в высшей школе. Здесь преимущественно речь идет о формировании так называемых «мягких навыков»: социальный интеллект, способности к сотрудничеству и сотворчеству, лидерские качества, коммуникативные способности и др. Не менее важны и задачи психофизического развития личности будущего профессионала, в особенности для тех, кому предстоит работать в системе «человек – человек» (врачи, учителя, менеджеры и др.).

В ряде педагогических исследований используется термин «дидактический процесс», обозначающий совокупность процессов обучения, преподавания и учения. В некоторых работах процессы преподавания и учения считаются включенными в процесс обучения. Для оптимизации терминологического аппарата мы будем использовать термин «обучение», в необходимых случаях акцентируя внимание на преподавании и учении, рассматривая их в качестве составляющих обучения. Таким образом, мы рассматриваем процесс обучения в широком смысле, включая в него и преподавание, и учение, не делая различий в терминах «дидактический процесс» и «процесс обучения».

Переходя к понятию дидактической системы, отметим, что мы, концентрируя внимание на процессе обучения как основном объекте такой системы, вместе с этим не должны полностью упускать из вида процессы развития и воспитания. Во-первых, одной из главных целей обучения является развитие личности, то есть, планируя и организуя учебный процесс в рамках любой дидактической системы, необходимо оценивать его влияние на развитие личности. Во-вторых, основой воспитательной работы в образовательной организации должно быть обучение, осуществляемое в рамках учебных программ и планов, но дополняемое системой воспитательных мероприятий, скоординированных с процессом обучения.

Следовательно, формируя дидактическую систему, необходимо учитывать данные положения и при определении перечня учебных предметов, и при определении их содержания, и при разработке методик преподавания и учебно-методического обеспечения. Вместе с этим, должен соблюдаться разумный баланс учебного времени, отводимого на формирование знаний, умений и навыков в предметных областях учебной программы и компетенций в профессиональной подготовке, и времени, затрачиваемого на элементы дидактического процесса, имеющие воспитательный характер. Воспитательный характер обучения, несмотря на его важность, не должен снижать уровень и качество предметных знаний и профессиональной подготовки.

Как уже отмечалось ранее, дидактические системы в инженерно-техническом и технологическом образовании должны полнее учитывать отраслевую специфику и создавать возможность их эффективного использования как при организации учебного процесса в университетах и колледжах, так и при разработке учебно-методического сопровождения, то есть быть достаточно детально проработанными. Следовательно, целесообразно такие системы создавать для определенных отраслей производства, направлений подготовки, специальностей, групп предметных областей знаний профессионального образования, имеющих близкую отраслевую специфику и близкие отраслевые условия и требования к организации подготовки кадров.

Под дидактической системой для каких-либо уровней, направлений подготовки, специальностей, групп предметных областей знаний высшего и среднего профессионального образования мы понимаем *единую целостную и непротиворечивую совокупность взаимосвязанных составляющих процесса обучения по определенным образовательным программам высшего и среднего профессионального образования, обеспечивающего выполнение требований образовательных стандартов и требований к профессиональной подготовке в соответствующих областях профессиональной деятельности с учетом профессиональных стандартов (включая составляющие, связанные с процессом воспитания методами и средствами обучения и профессиональной подготовки), реализация которых приводит к достижению целей и решению задач обучения, определенных в данной дидактической системе.*

Поэтому при разработке дидактической системы вначале должны быть определены цели и задачи процесса обучения, который будет описываться и регламентироваться данной системой, а также уточнены и детализированы концептуальные и теоретические основы и особенности, присущие системе, с учетом общих положений дидактической теории, в рамках которой строится дидактическая система.

Основными структурными составляющими любой дидактической системы в сфере профессионального образования являются:

- концептуальные положения (идеи), определяющие характерные для данной дидактической системы особенности образовательного процесса;
- понятийный и терминологический аппарат дидактической системы;
- цели, задачи и проектируемые результаты обучения, воспитания и профессиональной подготовки;
- образовательные программы и стандарты для соответствующих уровней, направлений подготовки, специальностей или групп предметных областей знаний высшего и среднего профессионального образования;
- содержание обучения и содержание профессиональной подготовки (по соответствующим образовательным программам);

- закономерности процессов обучения и профессиональной подготовки;
- принципы обучения и профессиональной подготовки и условия, обеспечивающие их реализацию;
- формы организации обучения и профессиональной подготовки;
- методы и методики обучения (включая преподавание и учение) и профессиональной подготовки;
- средства обучения и профессиональной подготовки;
- методы контроля и оценки качества результатов обучения и профессиональной подготовки, показатели результативности.

При разработке дидактических систем профессиональной школы важно правильно определить цели и задачи, реализацию которых должна обеспечивать система.

К *общим основным целям* можно отнести следующие:

- организация и проведение образовательного процесса, обеспечивающего формирование необходимого уровня и качества знаний, умений, навыков и компетенций, а также профессиональной подготовки, определяемых потребностями развития общества, личности и соответствующих секторов экономики и социальной сферы (выраженными в образовательных и профессиональных стандартах и в личных запросах обучающихся);
- реализация методами и средствами дидактики целей воспитания и развития, определенных педагогической теорией, в рамках которой разрабатывается данная дидактическая система;
- мониторинг (диагностика) и контроль уровня и качества подготовки кадров, обеспечивающие совершенствование учебно-воспитательного процесса в соответствии с изменяющимися потребностями общества, личности и задачами производства продукции и услуг.

Остальные цели определяются исходя из необходимости достижения вышеуказанных общих основных целей.

Под уровнем и качеством подготовки кадров мы понимаем комплексную оценку результата получения высшего образования на основе следующих основных показателей:

- объем, уровень и качество знаний, определяемые образовательными программами и соответствующими образовательными стандартами;
- уровень умений и навыков и сформированных на их основе универсальных компетенций, обеспечивающих всестороннее развитие личности и возможность эффективной социализации выпускника профессиональной школы;
- уровень профессиональной подготовки, включающей наличие умений, навыков и сформированных на их основе профессиональных компетенций в соответствии с требованиями работодателей и отраслевыми профессиональными стандартами, обеспечивающих эффективную трудовую деятельность выпускника в выбранной области деятельности.

Необходимо отметить, что, детализируя приведенные цели и формируя перечень задач, решение которых должна обеспечивать разрабатываемая дидактическая система, важно определить разумным образом соотношение процессов овладения знаниями и овладения способами их применения в реальном мире (умениями, навыками и компетенциями).

В этом плане одним из рисков развития и общего, и профессионального образования является неадекватная реализация модного в настоящее время лозунга: «Необходимыми становятся не сами знания, а знания о том, где и как их применять, как получить знание самостоятельно, как получить нужную информацию, интегрировать ее». К сожалению, этот риск нередко превращается в угрозу, когда школьник или студент быстро находит нужную информацию в различных информационных базах и потом использует ее неграмотно в связи с отсутствием необходимых предметных знаний. Более того, снижение качества общеобразовательной подготовки по математике и естественнонаучным дисциплинам выпускников школ, в первую очередь, отсутствие нужных предметных знаний, создало сейчас проблемы в решении задачи повышения качества инженерно-технической и технологической подготовки в профессиональной школе.

Одной из причин этого является недостаточная теоретическая (психолого-педагогическая) и практическая проработка механизмов превращения информации в знания. Ознакомившись с какой-то информацией, обучающийся (а иногда и обучающий) считает, что у него уже сформированы соответствующие знания. Однако, только использование мыслительностного подхода к полученной информации (ее осмысление, а затем применение ее в практической деятельности, включая учебную или научную) позволяет превратить информацию в действительные знания.

Не вызывает сомнений, что отсутствие в долговременной памяти обучающегося базового предметного содержания какого-либо учебного курса не позволяет утверждать, что у него сформированы полноценные знания по данному предмету. Поиск в сети Интернет отсутствующей информации только создает иллюзию о наличии знания.

Естественно, что в дидактической системе должны быть предусмотрены механизмы решения отмеченных выше проблем.

В качестве *базовых задач*, которые следует решать при разработке любой дидактической системы профессиональной школы и результаты решения которых должны находить отражение в положениях системы, отметим следующие:

- поиск ответов на вопросы: зачем (цели), чему (содержание) и как (формы организации, методы и средства) обучать;
- описание, объяснение и моделирование процесса и условий обучения и профессиональной подготовки;
- анализ и исследование сущности, закономерностей, принципов обучения и профессиональной подготовки с учетом решения задач воспитания и развития будущего профессионала;

- определение концептуальных основ, методов и методик формирования содержания профессионального образования и механизмов превращения информации в знания;
- создание новых, более эффективных образовательных технологий на основе использования современных достижений когнитивных, информационных и коммуникационных технологий;
- совершенствование форм организации учебно-воспитательной деятельности с учетом новых методов и средств обучения;
- непрерывное совершенствование систем диагностики, контроля и оценки результатов обучения и профессиональной подготовки;
- прогнозирование результатов обучения и профессиональной подготовки с учетом высокой динамики изменения производственных и социальных технологий и общественных отношений.

Подчеркнем, что мы специально разделяем взаимосвязанные процессы обучения и профессиональной подготовки, поскольку с точки зрения дидактики они имеют существенные различия. В частности, одним из важнейших отличий является то, что процесс обучения определяется и регулируется образовательными стандартами, формируемыми в системе образования, а профессиональная подготовка определяется профессиональными стандартами, которые должны формироваться в среде заказчиков на подготовку кадров и их различных объединений. Даже при согласованном формировании всех этих стандартов их одновременная реализация в учебном процессе требует дополнительных научно-методических и учебно-методических исследований и разработок.

Отметим, что за годы развития педагогической науки с той или иной степенью детализации разработано большое количество различных дидактических систем и моделей, в основном, для общего образования. Например, исходя из соотношения преподавания и учения разрабатывались такие классы дидактических систем, как традиционная, педоцентристская и современная система дидактики. Большое влияние на развитие дидактики оказали авторские дидактические системы Я.А. Коменского, И.Г. Песталоцци, Д. Локка, Ф.А. Дистервега, М.В. Ломоносова, К.Д. Ушинского, Л.Н. Толстого, Л.В. Занкова, Д.Б. Эльконина – В.В. Давыдова, Н.В. Кузьминой, И.Ф. Гербарта, Д. Дью, Д.С. Брунера и др.

Целью настоящего исследования является разработка основ формирования дидактических систем высшего профессионального образования, то есть разработка некоторого «универсального ядра» дидактической системы высшего образования³, дополняя которое «специфическими» положениями (идеями), можно проектировать образовательный процесс, обеспечивающий реализацию концептуальных положений и достижение поставленных целей в конкретных дидактических системах, например, при конструировании дидактических систем высшего технического образования для различных групп предметных областей знаний. Мы будем

³ Фактически это раздел дидактики высшего образования, «детализированный» для включения в дидактические системы.

включать в это «универсальное ядро» концептуальные положения, уже доказавшие свою эффективность для различных направлений подготовки и специальностей высшего образования.

По сути дела, тем самым будут формироваться и основы разделов дидактической теории высшего образования, связанных с понятием «дидактическая система» и соответствующих следующим структурным элементам дидактики: «1. Общая дидактика (в части высшего образования)», «1.4. Дидактика высшего профессионального образования» [1].

При решении модельной задачи – разработке дидактической системы высшего технического образования по группам предметных областей знаний, обеспечивающих подготовку кадров для нефтегазовой отрасли – будет необходимо дополнить эти основы разработкой структурных элементов «1.6. Дидактические особенности технического образования» и «2. Специальная дидактика (дидактика инновационных образовательных технологий)» (см. также [4]).

Как уже отмечалось [1; 4], в достаточной степени апробированные и подтвердившие свою эффективность в высшей школе дидактические положения из структурного элемента дидактики «2. Специальная дидактика (дидактика инновационных образовательных технологий)» можно будет включать (переносить) в основы дидактической теории высшего образования.

Поскольку перечень образовательных программ и стандартов для различных уровней, направлений подготовки, специальностей или групп предметных областей знаний высшего образования определяется исходя из целей и задач конкретной дидактической системы, в настоящей и последующих статьях он будет рассматриваться только при решении модельной задачи.

Также разработку разделов специальной дидактики высшего (технического) образования целесообразно начинать с изучения опыта работы ведущих университетов и только после накопления и анализа информации об инновационных разработках в образовательном процессе и о новых дидактических решениях появится возможность эффективного развития разделов специальной дидактики.

В статьях [1–3] достаточно подробно изложены подходы к формированию категориального, понятийного и терминологического аппарата дидактики, перечня закономерностей и принципов обучения, содержания, форм и средств организации обучения, а также сформулирован ряд важнейших положений общей дидактики, которые должны включаться в дидактическую теорию высшей школы. В связи с этим в настоящей статье основное внимание уделяется концептуальным положениям дидактических систем высшего образования и решению модельной задачи, о которой говорилось выше. Отметим, что практически все положения данного раздела можно использовать при разработке дидактических систем в области среднего профессионального образования.

Концептуальные положения (идеи, принципы), являющиеся базовыми для формирования дидактических систем в высшей школе. Как уже отмечалось выше, мы включаем в этот раздел ряд важнейших концептуальных положений (идей, принципов), уже доказавших свою эффективность для различных направлений подготовки и специальностей высшего образования. Многие из них являются общесистемными, то есть в той или иной степени применимы и в общем, и в профессиональном образовании. В качестве основополагающих для построения и теории, и дидактики высшего профессионального образования (при построении «универсального ядра» системы в контексте предыдущих рассуждений) мы предлагаем рассматривать следующие концептуальные положения:

- общесистемными для образования являются принципы: гуманистического характера образования; гармоничного сочетания в образовании гуманитарной, естественнонаучной и технической компонент научного знания; единства общекультурного и образовательного пространств; приоритета федеральных ценностей с учетом национальных и региональных особенностей и культурных традиций; светскости образования; свободы и плюрализма в выборе образовательных систем, доступности образования; субъектности обучающихся и учета их образовательных и профессиональных интересов и возможностей;
- учебно-воспитательный процесс строится на общих для системы образования принципах: фундаментальности; научности; объективности; доступности при необходимой степени трудности; последовательности; систематичности; связи теории с практикой; прочности усвоения знаний, умений и навыков и формирования на этой основе компетенций; единства обучения и воспитания; сочетания обучения с научной, творческой, профессиональной и социальной деятельностью; активности обучающихся и стремлением их к самообразованию и самосовершенствованию;
- учебно-воспитательный процесс в высшей школе направлен на реализацию механизмов превращения в сознании обучающегося информации в знания, преодоление психологических барьеров мышления, развитие способности в процессе обучения формировать продуктивные знания; на проведение научных исследований, разработку новых технологий и конструкторских решений, а также на создание наукоемких и высокотехнологических продуктов;
- высшая школа осуществляет подготовку высококвалифицированных кадров по всем основным направлениям общественно полезной деятельности в соответствии с потребностями общества и государства, обеспечивает удовлетворение потребностей личности в интеллектуальном, культурном, нравственном и профессиональном развитии;

- методологической, методической и организационной основой высшего профессионального образования является система многоуровневого профессионального образования, предусматривающая подготовку высококвалифицированных кадров для обеспечения решения долговременных задач развития экономики и социальной сферы;
- учебно-воспитательный процесс в высшей школе предусматривает сопряжение процессов обучения и воспитания, формирование научного мировоззрения, нравственно-эстетической культуры, моральных ценностей, чувств патриотизма и гражданственности у обучающихся;
- содержание высшего профессионального образования и образовательные технологии должны быть тесно связаны с решением задач научно-технического и технологического развития соответствующих отраслей и секторов экономики и социальной сферы, широко использовать возможности цифровых и сетевых технологий, а также обеспечивать эффективную реализацию заказа на подготовку кадров;
- содержание и структура теории и дидактики высшего профессионального образования должны предусматривать формирование разделов, содержащих общесистемные для высшего образования базовые категории и положения: раздела *общая теория и общая дидактика высшего профессионального образования*; разделов, связанных с отраслевым делением высшего образования [1] и дифференциацией содержания образования по основным группам предметных областей знаний [2; 3], – *дидактические системы*; раздела, связанного с инновационными образовательными технологиями в высшем образовании [1; 4] – *специальная дидактика*;
- методология, методы и методики исследования, используемые в общей теории и дидактике высшего профессионального образования, должны обеспечивать высокую степень доказательности результатов исследований.

Также при более детальной разработке разделов дидактической теории, направленных на решение каких-либо целевых задач, например, при подготовке инженерных и технологических кадров или педагогических кадров, целесообразно дополнительно выделять основные положения, отражающие (учитывающие) специфику данных задач, и применять их при разработке конкретных дидактических систем. Мы планируем реализовать этот принцип при решении модельной задачи.

Особенности разработки дидактических систем в условиях цифровой и сетевой трансформации образовательного процесса. Развитие дидактики, разработка дидактических систем для любых уровней образования требует детального учета новых средств и методов обучения (в первую очередь, связанных с применением цифровых ресурсов, иммерсивных технологий

и возможностей искусственного интеллекта) и их влияния на образовательный процесс. Следствием этого явилось возникновение и активное обсуждение на различных профессиональных и полупрофессиональных площадках вопросов появления в педагогической науке некой новой, «цифровой» дидактики. Аналогичная ситуация возникала в сфере образования и ранее, при появлении книгопечатания, почты, телеграфа, радио, телефона, телевидения. В качестве ответа на такого рода вызовы разрабатывались и внедрялись новые средства обучения, однако это не привело к появлению каких-то «новых дидактик» — происходило развитие дидактической науки в целом с учетом возможностей этих средств обучения, она обогащалась новыми методами и методиками.

Следует понимать, что дидактика — теория обучения, и один элемент дидактической системы — «средства обучения» — не способен менять теоретические и методологические основы всей дидактической системы. Он может изменить, при этом весьма существенно, образовательную практику, методы и методики преподавания отдельных предметов — это процесс развития теории обучения (дидактики), но не ее замены на новую теорию. Правда, нельзя не заметить, что в условиях стремительного развития искусственного интеллекта у «цифровой дидактики» есть шанс появиться на свет. Произойдет это при условии, сформулированном академиком РАО В.В. Сериковым в своем докладе на академическом семинаре 6 июня 2024 г. в Смоленском государственном университете: «...в тот момент, когда мы увидим, как одна машина начала обучать другую, здесь, вероятно, возникнет у них (машин) потребность в теоретических обобщениях». Но это пока футурологический прогноз, не имеющий прямой связи с обучением человека.

Как было отмечено в предыдущих работах авторов, сейчас важно сделать еще один шаг в развитии дидактики — приступить к комплексному и системному изучению совокупности факторов, связанных не только с применением цифровых средств и технологий, но и с использованием сетевых технологий в сфере образования, и, самое главное, увязать задачи разработки и применения новых средств и методов обучения с уровнем, возможностями и возрастными особенностями психофизиологического развития обучающихся, в частности, параллельно изучать психические (когнитивные) процессы, влияющие на эффективность учебно-воспитательной деятельности.

В связи с этим было предложено новое направление развития дидактических исследований, названное авторами «специальная дидактика». На данном этапе авторы предполагают проводить исследования в этом направлении, используя результаты регулярных мониторингов и анализа опыта инновационного развития образовательной практики на основе применения цифровых, в первую очередь, иммерсивных технологий и технологий искусственного интеллекта, гарантирующих новые возможности когнитивного и метакогнитивного развития обучающихся.

Отмеченное выше направление дидактических исследований должно органично включаться в построение общей дидактической теории, поскольку новые технологии уже стали базовыми составными частями образовательного процесса, особенно в высшем и среднем профессиональном образовании. Развитие общей теории высшего образования, в том числе и дидактики высшей школы, и разработка дидактических систем уже невозможны только на основе «классического» подхода, развитого на предыдущих этапах построения педагогической теории в «доцифровой» период, но должны опираться на полученные ранее результаты фундаментальных исследований.

Таким образом, решая задачи развития теории построения дидактических систем и разработки конкретных дидактических систем, необходимо сразу учитывать процессы цифровой трансформации образования и выявлять в ходе анализа практики применения ведущими образовательными организациями указанных инновационных образовательных технологий наиболее общие и постоянно повторяющиеся связи, закономерности и факторы, влияющие на результативность учебного процесса. Затем их нужно описывать средствами дидактики и включать в виде соответствующих положений в теорию дидактических систем. Это одна из наиболее важных задач специальной дидактики. Как отмечалось в предыдущих работах авторов, теоретические положения специальной дидактики, по мере их имплементации образовательной практикой, постепенно становятся положениями общей дидактики, а в рамках специальной дидактики продолжается изучение следующих поколений инновационных направлений применения когнитивных, цифровых и сетевых технологий в образовательном процессе.

В настоящее время теория дидактических систем и общая дидактика в целом построены на основе «классических» подходов «доцифрового» периода, а анализ и разработка положений, связанных с цифровой трансформацией образования, нередко приводят к существенным коллизиям между «классическими» и инновационными подходами и постепенно требуют пересмотра и корректировки ряда положений и «классических», и новых разделов дидактики.

По-видимому, будет более эффективным проводить этот процесс сразу в рамках развития общей дидактики, отталкиваясь от методических решений, апробированных в достаточной степени в ходе практического образования, предполагая выявление новых закономерностей, переосмысление целей, принципов, содержания высшего образования, форм его организации, методов обучения с учетом новых цифровых средств.

Данный раздел статьи посвящен выявлению наиболее важных особенностей и условий формирования дидактических систем на основе системного и комплексного применения цифровых и сетевых технологий, включая иммерсивные технологии и технологии искусственного интеллекта.

Прежде всего, необходимо акцентировать внимание на том, что использование современных цифровых и сетевых технологий, наряду с широкими возможностями повышения эффективности образовательного процесса, может привести к реализации риска значительного усиления негативных последствий принятия ошибочных решений при разработке дидактических систем. Это связано, с одной стороны, с высокой масштабируемостью использования этих технологий в системе образования, с другой стороны, обусловлено возможностью более глубокого воздействия с их помощью на психику обучающихся, на их психофизиологическое развитие. В этом отношении требует особого внимания разработка разделов дидактических систем, связанных с применением иммерсивных технологий и технологий искусственного интеллекта.

В определенной степени данная ситуация может быть связана с массовым неконтролируемым использованием в системе образования как аппаратно-программных средств зарубежного производства, так и информационных сетей, на которые не распространяется российская юрисдикция, в частности, сети Интернет.

Вышеотмеченные проблемы требуют более детального анализа и учета при формировании концепции (теории) цифровой и сетевой трансформации российской системы образования, а также при разработке конкретных дидактических систем.

Поскольку ни концепция, ни теория цифровой и сетевой трансформации профессионального образования в целом пока не разработаны, а имеются только отдельные фрагменты, целесообразно хотя бы в рамках формирования теории построения дидактических систем сформулировать основные концептуальные и теоретические положения использования цифровых технологий (в том числе аппаратно-программных средств) в учебно-воспитательном процессе, которые должны применяться при создании конкретных дидактических систем и учитываться при организации и научно-методическом обеспечении учебного процесса.

Отметим, что в настоящей работе, в основном, используются общепринятые понятия из сферы информационных и коммуникационных технологий. Так, под информационной технологией понимается совокупность методов, программных и аппаратных средств (далее – программно-аппаратных средств), обеспечивающих сбор (создание), накопление, обработку, хранение, представление и распространение информации с целью решения какого-либо класса задач. Цифровые технологии – это информационные технологии, позволяющие работать с информацией, представленной в числовом формате (дискретно), в этом случае часто вместо термина «информация» используется термин «данные».

Более детальное описание понятийного аппарата информатизации образования можно найти в работе [9], где приводятся также основные характеристики ряда объектов, участвующих в процессах информатизации образования. Наши подходы к построению понятийного аппарата,

в основном, совпадают с походами, используемыми в этой работе, но имеются и определенные различия, связанные с тематикой исследований. Следует отметить, что вопросам разработки дидактической теории в условиях цифровой трансформации образования сейчас уделяется много внимания в научной литературе [например, 10–17].

Прежде чем начинать разработку концепции (теории) цифровой и сетевой трансформации профессионального образования, необходимо договорится о том, что означает для разработчиков понятие «трансформация», используемое в научной литературе в весьма различных контекстах. Мы не претендуем сейчас на точное определение этого понятия в контексте наших исследований, а постараемся его охарактеризовать таким образом, чтобы при проведении исследований не возникало коллизий, связанных с различными его толкованиями, как между самими разработчиками, так и с читателями данной статьи.

Отметим, что информатизация системы образования началась относительно давно и уже привела к существенным изменениям и в деятельности образовательных организаций, и в методах и методиках самого образовательного процесса, но до сих пор термин «трансформация» не использовался в педагогической теории.

На наш взгляд, это связано с тем, что процессы информатизации на предыдущих этапах, меняя заметным образом характер учебно-воспитательной деятельности и ее результативность, не приводили к значительным изменениям в психическом и физиологическом развитии обучающихся и молодого поколения в целом, а главной целью образования как раз является данное развитие.

Как показывают многочисленные исследования и образовательная практика, современные цифровые средства, цифровые и сетевые технологии, широко используемые в последние годы и в образовании, и в быту, уже привели к заметным изменениям в менталитете детей и молодежи и оказывают существенное влияние на их психофизиологическое и когнитивное развитие. Более того, они сами по себе, не изменяя ценностных ориентаций людей, создают условия для изменения этих ориентаций в любом направлении. Во многом такая ситуация обусловлена возможностями данных технологий (прежде всего, иммерсивных технологий и технологий искусственного интеллекта) осуществлять глубокое воздействие на когнитивные и в целом психические процессы, происходящие в сознании человека.

Важнейшей особенностью современного периода развития цифровых технологий и применения их в образовании является возможность появления еще одного субъекта в образовательном процессе. В работе [4, с. 51] отмечается: «Еще недавно основными структурными элементами общей схемы этого процесса были два активных субъекта – обучающий и обучаемый – и «пассивный» объект – средства обучения, основными функциями которых являлись хранение, обработка и передача учебной информации,

осуществление интерфейса между субъектами. Значительное расширение возможностей цифровых средств, в частности, развитие систем искусственного интеллекта, приводит к тому, что «пассивный» объект постепенно приобретает все больше атрибутов (функций) субъекта учебного процесса. Более того, появление принципиально новых человеко-машинных интерфейсов, реализующих различные виды виртуальной реальности, создает возможность более глубокого воздействия цифровых средств обучения на когнитивные процессы, происходящие в психике (и «материализованные» в центральной нервной системе) обучаемого. Таким образом, можно сказать, что в образовательном процессе зарождается новый субъект, обладающий функционалом, во многом сравнимым с функционалом обучающего, но с существенно большими возможностями по скорости принятия решений при организации и проведении учебного процесса, в том числе, при «подстройке» учебного процесса под индивидуальные возможности и запросы обучаемого, а также с большими возможностями воздействия на психику человека».

Естественно, вышеперечисленные явления можно рассматривать уже как процессы, характеризующиеся понятием «трансформация». Вместе с этим, пока еще ни психологи, ни специалисты в области педагогики и возрастной физиологии не могут с достаточной степенью точности определить глубину и механизмы воздействия цифровых и сетевых технологий на психофизиологическое развитие человека, и это является препятствием для более полного и точного определения понятия трансформации в контексте рассматриваемых исследований. Но проведение этих исследований – один из этапов осмысления изучаемых трансформационных процессов.

Основываясь на предыдущих рассуждениях, можно охарактеризовать два следующих концептуальных, базовых понятия теории цифровой и сетевой трансформации образовательного процесса в профессиональной школе.

Цифровая трансформация профессионального образования (далее – цифровая трансформация) представляет собой совокупность взаимосвязанных и взаимообусловленных процессов применения современных цифровых технологий (в том числе программно-аппаратных средств, реализующих эти технологии) в образовательном процессе профессиональной школы, оказывающих существенное влияние на психофизиологическое (в том числе когнитивное) развитие обучающихся и формирование их ценностных установок.

При разработке и применении образовательных цифровых технологий следует учитывать результаты исследований психических (когнитивных) процессов, определяющих эффективность образования, а также создавать методы и методики реализации данных технологий, описание которых является важной составной частью дидактической теории (дидактических систем).

Сетевая трансформация профессионального образования (далее – сетевая трансформация) представляет собой совокупность процессов примене-

ния современных информационных сетей в организации образовательного процесса в профессиональной школе, оказывающих существенное влияние на психическое (в том числе когнитивное) развитие обучающихся и формирование их ценностных установок.

Теория сетевой трансформации описывает образовательные отношения социального, правового, морально-этического и нравственного характера, возникающие между участниками образования при использовании информационных сетей и оказывающие влияние на эффективность образовательного процесса, а также является теоретической основой регулирования этих отношений.

При разработке и применении образовательных сетевых технологий учитываются результаты исследований психических (когнитивных) процессов, определяющих эффективность образования.

Поскольку при дальнейшей разработке дидактической теории все большее значение приобретают исследования, связанные с психическим и психофизиологическим развитием обучающихся, с изучением психических (когнитивных) процессов формирования знаний, необходимо озвучить следующее положение, имеющее важное философское, психологическое и практическое значение.

Мы будем рассматривать не все процессы, происходящие в психике человека (включая области сознательного и бессознательного), общая теория которых еще недостаточно разработана и для которых существует множество трактовок, как материалистических, так и идеалистических. Для нас важны психические (когнитивные) процессы, оказывающие заметное влияние на эффективность образования, обеспечивающие формирование знаний (процессы восприятия, запоминания, обработки и воспроизведения информации, функционирования кратковременной и долговременной памяти и т. д.). Принципиальным является только то, что данные психические процессы реализуются посредством «материальных» процессов в центральной нервной системе человека (биохимических, имеющих электрический потенциал, и т. д.), различные этапы развития которых можно отслеживать и изучать с помощью соответствующих приборов и оборудования. Такая взаимосвязь «идеальных» (происходящих в психике) и «материальных» (происходящих в центральной нервной системе) процессов позволяет решать ряд теоретических задач, а также применять теоретические положения в практике образования. При этом крайне важна адекватная психолого-педагогическая трактовка результатов измерений, основанная на глубоких экспериментальных и теоретических исследованиях, с использованием необходимых измерительных инструментов.

К концептуальным положениям развиваемой теории трансформаций в сфере образования можно отнести следующие:

1. Изучение процессов сетевой трансформации является самостоятельным направлением научных исследований, тесно связанным с иссле-

дованиями в области цифровой трансформации в связи с тем, что применение современных сетевых технологий базируется на использовании цифровых технологий. Поэтому развитие теорий цифровой и сетевой трансформации должно осуществляться параллельно, взаимно обогащаясь результатами научных исследований, а сами результаты должны апробироваться в образовательном процессе и находить отражение в дидактической теории (в дидактических системах).

2. Исходя из предыдущих рассуждений, целесообразно рассматривать единую теорию цифровой и сетевой трансформации, а вышеуказанные теории считать ее разделами. В дальнейшем мы будем исходить из этого положения. Поскольку настоящая работа в основном посвящена формированию разделов дидактической теории (дидактических систем), связанных с использованием цифровых технологий, в дальнейшем в статье будут рассматриваться только эти аспекты общей теории, а вопросы сетевой трансформации без их детализации будут упоминаться лишь в тех случаях, когда их важно учитывать в связи с использованием цифровых технологий. Таким образом, при построении дидактической теории необходимо дополнительно проводить изучение всех аспектов, связанных с сетевыми процессами.

Теперь сформулируем концептуальные положения, учитывающие второе положение.

3. Разработка и применение образовательных цифровых и сетевых технологий должны осуществляться с опорой на дидактическую теорию, учитывать результаты психолого-педагогических исследований возрастных особенностей и уровней психофизиологического развития личности, изучения когнитивных механизмов формирования знаний, а сами технологии – обеспечивать повышение качества научного, научно-методического и организационного уровня учебно-воспитательного процесса. Должен осуществляться регулярный анализ негативного влияния использования этих технологий на развитие личности обучающихся, их психическое и физическое состояние, здоровье.

4. Регулирование процессов цифровой и сетевой трансформации образования осуществляется на основе скоординированного применения методов нормативно-правового и нормативного регулирования в отраслях образовательного и информационного права, а также с использованием морально-этических и нравственных регуляторов социальных отношений.

Правовое и нормативное регулирование процессов цифровой и сетевой трансформации образования должно обеспечивать необходимую степень (излишние регламентация и регулирование препятствуют развитию инновационных процессов в образовании) регулирования отношений, возникающих при использовании в образовательном процессе цифровых и сетевых технологий и информационных сетей общего и корпоративного пользования, в том числе отношений между организациями профессио-

нального образования и заказчиками на подготовку кадров, равенство прав участников образовательного процесса в использовании общей информационной инфраструктуры системы образования, правовую защиту законных интересов и прав обучающихся при использовании ими цифровых и сетевых технологий в процессе образования, способствовать формированию безопасной информационной среды системы образования и т. д.

С этой целью на первоначальном этапе обобщается накопленный опыт и разрабатываются основы нормативно-правового и морально-этического регулирования:

- отношений, возникающих при разработке и использовании в образовании цифровых технологий;
- отношений, возникающих при разработке и использовании в образовании сетевых технологий и информационных и корпоративных сетей общего пользования;
- процессов разработки и использования систем искусственного интеллекта в образовании.

Также концептуальным и важным является следующее положение, связанное с организационным обеспечением трансформационных процессов.

5. Эффективность достижения целей и решения задач цифровой и сетевой трансформации профессионального образования обеспечивается на основе скоординированной разработки мер, проектов и программ государственной, отраслевой и корпоративной поддержки трансформационных процессов, при этом координацию осуществляют органы государственной власти и управления, органы корпоративного управления, а образовательные организации совместно со своими партнерами-заказчиками на подготовку кадров их реализуют. Эффективность использования цифровых и сетевых технологий и аппаратно-программных средств обеспечивается организациями профессионального образования за счет развития общей теории и дидактики профессионального образования, а также активного использования современных достижений дидактической науки в образовательном процессе.

К основным целям использования цифровых и сетевых технологий в профессиональном образовании можно отнести следующие:

- повышение качества подготовки кадров в системе высшего и среднего профессионального образования, уровня их фундаментальной и профессиональной подготовки, а также единства формирования профессиональных компетенций, моральных и нравственных личностных установок на основе комплексного и системного использования в образовательном процессе современных когнитивных, цифровых и сетевых технологий;
- совершенствование содержания профессионального образования на основе достижений науки, техники и технологий с учетом совре-

- менных и перспективных требований организаций-заказчиков на подготовку кадров и личных образовательных потребностей обучающихся;
- совершенствование образовательных технологий на основе комплексного и системного применения когнитивных, цифровых и сетевых технологий;
 - формирование единой образовательной информационной среды на основе интеграции информационных сред образовательных организаций, организаций-заказчиков на подготовку кадров, а также информационных сред общего пользования, содержащих базы данных, использование которых целесообразно в образовании;
 - развитие общей теории и дидактики высшего и среднего профессионального образования в условиях цифровой и сетевой трансформации образования, включая применение в профессиональной школе иммерсивных технологий и технологии искусственного интеллекта.

Заключение. Решение рассмотренных выше задач невозможно без активного участия ученых Российской академии образования и преподавателей ведущих вузов страны, занимающихся анализом и решением проблем совершенствования образовательного процесса в системе профессионального образования. Для дальнейшего развития обсуждаемых разделов общей теории профессионального образования и дидактики обучения в высшей школе необходимо, с одной стороны, проанализировать накопленные за последние десятилетия исследовательские результаты и практический опыт развития педагогики и дидактики общего и педагогического образования, максимально использовать разделы их категориального и понятийного аппарата, важнейшие дидактические положения, имеющие общесистемное значение для всех уровней образования. Также необходимо разработать теорию (концепцию) цифровой и сетевой трансформации профессионального образования и организовать изучение инновационных направлений развития образовательного процесса в высшей и средней профессиональной школе: регулярно с позиции достижений наук об образовании проводить анализ инновационных образовательных технологий, в первую очередь связанных с применением когнитивных, цифровых и сетевых технологий. Результаты этого анализа следует использовать при построении и развитии общей теории профессионального образования, дидактики обучения в высшей школе и разработке конкретных дидактических систем.

В данной статье и в наших предшествующих работах эти две задачи детально рассмотрены и в определенной степени реализованы: в них заложены основы общей теории и дидактики высшего и среднего профессионального образования в условиях его цифровой трансформации, а также определены подходы к разработке дидактических систем в области технического образования.

Список литературы

- [1] *Калашников П.К., Мартынов В.Г., Подуфалов Н.Д., Савенков А.И.* Актуальные направления развития дидактики профессионального образования в современных условиях // Педагогика. 2023. № 7. С. 5–33.
- [2] *Калашников П.К., Мартынов В.Г., Подуфалов Н.Д., Савенков А.И.* Основные проблемы и направления формирования теории и дидактики высшего образования (часть 1) // Педагогика. 2024. № 1. С. 5–20.
- [3] *Калашников П.К., Мартынов В.Г., Подуфалов Н.Д., Савенков А.И.* Основные проблемы и направления формирования теории и дидактики высшего образования (часть 2) // Педагогика. 2024. № 2. С. 25–40.
- [4] *Жедяевский Д.Н., Калашников П.К., Мартынов В.Г., Подуфалов Н.Д., Савенков А.И.* О формировании нового раздела теории обучения – специальной дидактики / сост. Г.А. Бордовский, Н.Д. Подуфалов, А.Д. Шматко // Исследование проблем и тенденций развития высшего образования в современной России: сборник научных трудов. Вып. 3. СПб.: ИПЦ СЗИУ РАНХиГС, 2024. С. 49–79.
- [5] *Подуфалов Н.Д., Шматко А.Д.* Проблемы и решения инновационного развития высшего образования и дидактики высшей школы в условиях цифровой трансформации // Педагогическая информатика. 2023. № 4. С. 160–173.
- [6] *Алехина И.Г., Жедяевский Д.Н., Калашников П.К., Малых С.Б., Мартынов В.Г., Подуфалов Н.Д., Савенков А.И., Шматко А.Д.* Развитие общей теории и дидактики высшего образования и формирование эффективной информационной образовательной среды // Педагогика. 2024. № 11. С. 5–15.
- [7] *Ибрагимов Г.И.* Проблемы дидактики профессионального образования: монография. Казань: Изд-во Казанского национального исследовательского технологического университета, 2020. 176 с.
- [8] *Грохольская О.Г.* Основные подходы к построению дидактических систем сегодня // Вестник Университета Российской академии образования. 2007. № 1. С. 15–23.
- [9] Информатизация образования: толковый словарь понятийного аппарата / сост. И.В. Роберт, В.А. Кастирнова. М.: Изд-во АЭО, 2023. 182 с.
- [10] *Роберт И.В.* Дидактика периода цифровой трансформации образования / сост. В.Г. Мартынов, В.М. Жураковский // Проблемы развития дидактики в условиях цифровой трансформации образования: сборник научных трудов. М.: Изд. центр Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина, 2022. С. 30–69.
- [11] *Abad-Segura E., González-Zamar M.-D., Infante-Moro J.C., García G.R.* Sustainable management of digital transformation in higher education: Global research trends // Sustainability. 2020. Vol. 12. No. 5. Article no. 2107. <https://doi.org/10.3390/su12052107>
- [12] *Калашников П.К., Мартынов В.Г., Подуфалов Н.Д., Савенков А.И.* Формирование общей теории и дидактики высшего профессионального образования в условиях цифровой трансформации / под ред. В.П. Борисенкова, М.Л. Левицкого // Ценностные основы развития российского образования: теория и практика: монография. М.: МАКС Пресс, 2023. С. 71–79.
- [13] Проблемы развития дидактики в условиях цифровой трансформации образования: сборник научных трудов / сост. В.Г. Мартынов, В.М. Жураковский. М.: Изд. центр Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина, 2022. 162 с.
- [14] Технологии виртуальной, дополненной и смешанной реальности в системе высшего и среднего профессионального образования (оценка применимости технологий): сборник трудов / под общ. ред. В.Г. Мартынова, Н.Д. Подуфалова. М.: Изд. центр Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина, 2024. 74 с.

- [15] Подуфалов Н.Д. Проблемы развития дидактики в условиях цифровой трансформации и сетевого взаимодействия / сост. В.Г. Мартынов, В.М. Жураковский // Проблемы развития дидактики в условиях цифровой трансформации образования: сборник научных трудов. М.: Изд. центр Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина, 2022. С. 10–29.
- [16] Кондаков А.М., Сергеев И.С. Образование в условиях конвергентной сетевой среды / сост. В.Г. Мартынов, В.М. Жураковский // Проблемы развития дидактики в условиях цифровой трансформации образования: сборник научных трудов. М.: Изд. центр Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина, 2022. С. 98–121.
- [17] Савенков А.И. Педагог как цифровой дизайнер образовательных программ: новые возможности и технологии // *Hominum*. 2023. № 2. С. 131–144.

References

- [1] Kalashnikov PK, Martynov VG, Podufalov ND, Savenkov AI. Current directions of vocational education didactic development in modern conditions. *Pedagogy*. 2023;7:5–33. (In Russ.)
- [2] Kalashnikov PK, Martynov VG, Podufalov ND, Savenkov AI. Main problems and directions of formation of higher education theory and didactics (part 1). *Pedagogy*. 2024;1:5–20. (In Russ.)
- [3] Kalashnikov PK, Martynov VG, Podufalov ND, Savenkov AI. Main problems and directions of formation of higher education theory and didactics (part 2). *Pedagogy*. 2024;2:25–40. (In Russ.)
- [4] Zhedyaevsky DN, Kalashnikov PK, Martynov VG, Podufalov ND, Savenkov AI. On formation of a new section of the theory of learning – special didactics. In: Bordovsky GA, Podufalov ND, Shmatko AD. (comps.) *Research of problems and trends in the development of higher education in modern Russia: collection of scientific papers*. Issue 3. St. Petersburg: RANEPА St. Petersburg Publ.; 2024. p. 49–79. (In Russ.)
- [5] Podufalov ND, Shmatko AD. Problems and solutions of innovative development of higher education and high school didactics in the context of digital transformation. *Pedagogical Informatics*. 2023;4:160–173. (In Russ.)
- [6] Alyokhina IG, Zhedyaevsky DN, Kalashnikov PK, Malykh SB, Martynov VG, Podufalov ND, Savenkov AI, Shmatko AD. Development of general theory and didactics of higher education and formation of effective information environment in education. *Pedagogy*. 2024;11:5–15. (In Russ.)
- [7] Ibragimov GI. *Problems of didactics of vocational education: monograph*. Kazan: Kazan National Research Technological University Publ.; 2020. (In Russ.)
- [8] Groholskaya OG. Main approaches to the construction of didactic systems today. *Bulletin of the University of the Russian Academy of Education*. 2007;1:15–23. (In Russ.)
- [9] Robert IV, Kastornova VA. (comps.) *Informatization of education: explanatory dictionary of conceptual apparatus*. Moscow: AEO Publ.; 2023. (In Russ.)
- [10] Robert IV. Didactics of the period of digital transformation of education. In: Martynov VG, Zhurakovskiy VM. (comps.) *Problems of development of didactics in the context of digital transformation of education: collection of scientific papers*. Moscow: Gubkin University Publ.; 2022. p. 30–69. (In Russ.)
- [11] Abad-Segura E, González-Zamar M-D, Infante-Moro JC, García GR. Sustainable management of digital transformation in higher education: Global research trends. *Sustainability*. 2020;12(5):2107. <https://doi.org/10.3390/su12052107>
- [12] Kalashnikov PK, Martynov VG, Podufalov ND, Savenkov AI. Formation of the general theory and didactics of higher professional education in the context of digital transformation. In: Borisenkov VP, Levitsky ML. (eds.) *Value foundations of*

- development of Russian education: theory and practice: monograph.* The Russian Academy of Education. Moscow: MAKS Press; 2023. p. 71–79. (In Russ.)
- [13] Martynov VG, Zhurakovskiy VM. (comps.) *Problems of development of didactics in the context of digital transformation of education: collection of scientific papers.* Moscow: Gubkin University Publ.; 2022. (In Russ.)
- [14] Martynov VG, Podufalov ND. (eds.) *Technologies of virtual, augmented and mixed reality in the system of higher and secondary vocational education (assessment of the applicability of technologies): collection of papers.* Moscow: Gubkin University Publ.; 2024. (In Russ.)
- [15] Podufalov ND. Problems of didactics development in the context of digital transformation and network interaction. In: Martynov VG, Zhurakovskiy VM. (comps.) *Problems of development of didactics in the context of digital transformation of education: collection of scientific papers.* Moscow: Gubkin University Publ.; 2022. p. 10–29. (In Russ.)
- [16] Kondakov AM, Sergeev IS. Education in a convergent network environment. In: Martynov VG, Zhurakovskiy VM. (comps.) *Problems of development of didactics in the context of digital transformation of education: collection of scientific papers.* Moscow: Gubkin University Publ.; 2022. p. 98–121. (In Russ.)
- [17] Savenkov AI. Teacher as a digital designer of educational programs: new opportunities and technologies. *Hominum.* 2023;2:131–144. (In Russ.)

Сведения об авторах:

Алехина Ирина Геннадьевна, ответственный секретарь, научный совет «Инженерное образование и профессиональное самоопределение», отделение профессионального образования, Российская академия образования, Российская Федерация, 119121, Москва, ул. Погодинская, д. 8; помощник ректора, Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, Российская Федерация, 119991, Москва, Ленинский пр., д. 65. ORCID: 0009-0000-3735-5671. E-mail: alekhinaig@gmail.com

Душин Андрей Владимирович, кандидат философских наук, доцент, начальник учебно-методического управления, заведующий кафедрой геополитики и устойчивого развития общества, факультет комплексной безопасности ТЭК, Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, Российская Федерация, 119991, Москва, Ленинский пр., д. 65. ORCID: 0009-0000-3377-1176. E-mail: dushin.rgung@gmail.com

Жедяевский Дмитрий Николаевич, кандидат технических наук, доцент, заместитель начальника управления стратегического развития, доцент кафедры оборудования нефтегазопереработки, Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, Российская Федерация, 119991, Москва, Ленинский пр., д. 65. ORCID: 0000-0002-2159-4827. E-mail: jdn@mail.ru

Калашников Павел Кириллович, кандидат технических наук, доцент Российской академии образования, проректор по научной работе, доцент кафедры проектирования сооружений нефтяной и газовой промышленности, Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, Российская Федерация, 119991, Москва, Ленинский пр., д. 65. ORCID: 0009-0006-9366-8895. E-mail: kalashnikov_pk@bk.ru

Мартынов Виктор Георгиевич, доктор экономических наук, профессор, академик Российской академии образования, ректор, Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, Российская Федерация, 119991, Москва, Ленинский пр., д. 65. ORCID: 0000-0002-7034-3979. E-mail: martynov.v@gubkin.ru

Подуфалов Николай Дмитриевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик Российской академии образования, научный руководитель лаборатории развития высшего профессионального образования, центр развития высшего и

среднего профессионального образования, Российская академия образования, Российская Федерация, 119121, Москва, ул. Погодинская, д. 8. ORCID: 0009-0002-7542-8354. E-mail: londont@yandex.ru

Савенков Александр Ильич, доктор психологических наук, доктор педагогических наук, профессор, академик Российской академии образования, научный руководитель лаборатории проблем непрерывного развития педагогических кадров, центр развития педагогического образования, Российская академия образования, Российская Федерация, 119121, Москва, ул. Погодинская, д. 8; директор, Институт педагогики и психологии образования, Московский городской педагогический университет, Российская Федерация, 129226, Москва, 2-й Сельскохозяйственный проезд, д. 4. ORCID: 0000-0001-7532-7540. E-mail: asavenkov@bk.ru

Bio notes:

Irina G. Alyokhina, Executive Secretary, Scientific Council “Engineering Education and Professional Self-Determination”, Department of Professional Education, Russian Academy of Education, 8 Pogodinskaya St, Moscow, 119121, Russian Federation; Assistant to Rector, Gubkin Russian State University of Oil and Gas, 65 Leninsky Prospect, Moscow, 119991, Russian Federation. ORCID: 0009-0000-3735-5671. E-mail: alekhinaig@gmail.com

Andrey V. Dushin, Candidate of Philosophy, Associate Professor, Head of Educational and Methodological Management, Head of Department of Geopolitics and Sustainable Development of Society, Faculty of Integrated Security of the Fuel and Energy Complex, Gubkin Russian State University of Oil and Gas, 65 Leninsky Prospect, Moscow, 119991, Russian Federation. ORCID: 0009-0000-3377-1176. E-mail: dushin.rgung@gmail.com

Dmitry N. Zhedyaevsky, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Deputy Head of Strategic Development Department, Associate Professor at the Department of Oil and Gas Processing Equipment, Gubkin Russian State University of Oil and Gas, 65 Leninsky Prospect, Moscow, 119991, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-2159-4827. E-mail: jdn@mail.ru

Pavel K. Kalashnikov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Russian Academy of Education, Vice-Rector for Scientific Work, Associate Professor at the Department of Design of Structures of Oil and Gas Industry, Gubkin Russian State University of Oil and Gas, 65 Leninsky Prospect, Moscow, 119991, Russian Federation. ORCID: 0009-0006-9366-8895. E-mail: kalashnikov_pk@bk.ru

Viktor G. Martynov, Doctor of Economics, Professor, Academician of Russian Academy of Sciences, Rector, Gubkin Russian State University of Oil and Gas, 65 Leninsky Prospect, Moscow, 119991, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-7034-3979. E-mail: martynov.v@gubkin.ru

Nikolay D. Podufalov, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of Russian Academy of Education, Scientific Director of the Laboratory for Development of Higher Professional Education, Center for Development of Higher and Secondary Vocational Education, Russian Academy of Education, 8 Pogodinskaya St, Moscow, 119121, Russian Federation. ORCID: 0009-0002-7542-8354. E-mail: londont@yandex.ru

Alexander I. Savenkov, Doctor of Psychology, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Academician of Russian Academy of Sciences, Scientific Director of the Laboratory of Problems of Continuous Development of Pedagogical Personnel, Center for Development of Pedagogical Education, Russian Academy of Education, 8 Pogodinskaya St, Moscow, 119121, Russian Federation; Director, Institute of Pedagogy and Psychology of Education, Moscow City University, 4 2nd Selskokhozyaystvenny Proezd, Moscow, 129226, Russian Federation. ORCID: 0000-0001-7532-7540. E-mail: asavenkov@bk.ru



ГЛОБАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

INFORMATIZATION OF EDUCATION: A GLOBAL PERSPECTIVE

DOI: 10.22363/2312-8631-2025-22-1-37-57

EDN: SUZDAT

UDC 377.1

Research article / Научная статья

Exploring the use of generative artificial intelligence by university students: a systematic literature review

Anna E. Korchak¹, Yevgeny D. Patarakin^{1,2}, Jamie Costley³¹Higher School of Economics, Moscow, Russian Federation²Moscow City University, Moscow, Russian Federation³United Arab Emirates University, Al Ain, United Arab Emiratesaekorchak@hse.ru

Abstract. *Problem statement.* Artificial intelligence (AI) has become a transformative force across various sectors, including education. The release of ChatGPT marked a pivotal shift in the educational landscape, accompanied by rapid proliferation of other generative AI (Gen-AI). Gen-AI tools have quickly become one of the most prevalent forms of AI in higher education. This research focus highlights a need for a comprehensive examination of Gen-AI's use. Addressing this gap is essential to developing a holistic understanding of Gen-AI's role in higher education, particularly from the student perspective. Given the rapid evolution of Gen-AI technology along with its rapidly growing and often uncontrolled adoption among students, a systematic literature review is necessary to synthesise current knowledge. *Methodology.* This study conducted a tertiary review utilising a systematic approach outlined in the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) guidelines, focusing on three key steps: search strategy and study selection, data analysis, and synthesis of findings. Data for this study was sourced from two databases: Google Scholar and Lens. These databases were chosen for their extensive coverage and accessibility, ensuring a comprehensive collection of relevant literature on AI use in higher education. The data was approached qualitatively: apriori and aposteriori codes were applied to the papers retrieved from Google Scholar. For a deeper analysis of the selected papers, we conducted a thematic analysis to identify recurring themes and patterns. *Results.* From the initial screening of 620 papers, 42 were selected for the final sample based on the predefined inclusion and exclusion criteria. The main uses of Gen-AI as identified in the analysed

© Korchak A.E., Patarakin Y.D., Costley J., 2025

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

papers are summarised in the table. *Conclusion*. The variance in how AI is used among students – depending on their competence levels – highlights an essential consideration for educators: AI can potentially widen the gap between more and less competent learners. This observation calls for a pedagogical balance where AI supports learning without diminishing the educational rigour necessary for critical thinking and problem-solving skills.

Key words: educational technology, generative artificial intelligence, higher education, systematic literature review, student engagement

Author’s contribution. The authors contributed equally to this article.

Conflicts of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

Article history: received 2 October 2024; revised 14 November 2024; accepted 5 December 2024.

For citation: Korchak AE, Patarakin YeD, Costley J. Exploring the use of generative artificial intelligence by university students: a systematic literature review. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2025;22(1):37–57. <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2025-22-1-37-57>


Изучение использования генеративного искусственного интеллекта студентами университетов: систематический обзор литературы

А.Э. Корчак¹  , Е.Д. Патаракин^{1,2} , Д. Костли³ 

¹Высшая школа экономики, Москва, Российская Федерация

²Московский городской педагогический университет, Москва, Российская Федерация

³Университет Объединенных Арабских Эмиратов, Эль-Айн, Объединенные Арабские Эмираты

 aekorchak@hse.ru

Аннотация. *Постановка проблемы.* Искусственный интеллект (ИИ) меняет практики в различных областях деятельности, включая образование. Появление ChatGPT привело к заметным сдвигам в среде высшего образования, где стремительно распространяются различные инструменты генеративного ИИ. Использование студентами вузов этих инструментов изучено явно недостаточно. Устранение этого пробела имеет решающее значение для формирования целостного понимания роли генеративного ИИ в высшем образовании. Учитывая стремительное и зачастую неконтролируемое внедрение инструментов генеративного ИИ в студенческую среду, необходимо провести систематический обзор литературы для синтеза существующих знаний. *Методология.* В данном исследовании представлен систематический обзор литературы, основанный на принципах PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) и включавший три ключевых этапа: разработка стратегии поиска, отбор исследований, анализ данных и синтез результатов. Материалы для исследования собраны из двух баз данных: Google Scholar и Lens. Эти базы были выбраны за их полноту и доступность, что обеспечивало комплексный сбор соответствующей литературы по использованию ИИ в высшем образовании. Данные были проанализированы качественно: к статьям, полученным из Google

Scholar, были применены априори и апостериори коды. Для более глубокого анализа выбранных статей выявлялись повторяющиеся паттерны. *Результаты.* Из первоначального количества 620 статей на основе заранее определенных критериев были выбраны 42 статьи. Основные способы использования генеративного ИИ, выявленные в проанализированных статьях, обобщены и представлены в виде таблицы. *Заключение.* Обнаруженные различия в использовании студентами генеративного ИИ в зависимости от их уровня компетентности показывают, что инструменты генеративного ИИ потенциально могут увеличить разрыв между более и менее компетентными учащимися. Исходя из этого, необходимо соблюдать баланс, когда практики использования генеративного ИИ сопровождаются практиками формирования критического мышления.

Ключевые слова: образовательные технологии, генеративный искусственный интеллект, высшее образование, систематический обзор литературы, вовлечение студентов

Вклад авторов. Авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

История статьи: поступила в редакцию 2 октября 2024 г.; доработана после рецензирования 14 ноября 2024 г.; принята к публикации 5 декабря 2024 г.

Для цитирования: *Korchak A.E., Patarakin Ye.D, Costley J.* Exploring the use of generative artificial intelligence by university students: a systematic literature review // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2025. Т. 22. № 1. С. 37–57. <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2025-22-1-37-57>

Problem statement. Artificial intelligence (AI) has become a transformative force across various sectors, including education [1]. While AI has influenced learning environments and instructional processes over several decades, its impact remained gradual until the launch of OpenAI’s ChatGPT in 2022 [2; 3]. The release of ChatGPT marked a pivotal shift in the educational landscape, accompanied by rapid proliferation of other generative AI (Gen-AI) tools such as Perplexity.ai, BLOOM, ChatSonic, Claude, Bard, Whisper, and Jasper Chat. Collectively known as chatbots, these tools are built on large language models and process user input to provide interactive and contextually rich responses in both verbal and written forms [4]. Given their widespread adoption, Gen-AI tools have quickly become one of the most prevalent forms of AI in higher education, prompting a need to explore their implications on learning practices and outcomes.

Gen-AI has gained popularity among key university stakeholders, such as faculty and students. Faculty members utilise these tools for developing instructional materials and giving feedback [5], facilitating personalised learning experiences [6; 7], and streamlining administrative tasks [8]. Students, on the other hand, leverage Gen-AI for diverse academic purposes, including research [9], writing assistance [10; 11], coding [12], and problem-solving [13]. Concurrently, the body of research on students’ use of Gen-AI significantly surpasses that on teachers’ applications. According to the Lens database, there

are 2,305 papers focused on students, compared to 1,677 for faculty. Additionally, [2] report that 72 % of existing Gen-AI studies target student usage, while only 17 % concentrate on instructors. Despite this focus, existing literature reviews on AI intelligence demonstrate an underrepresentation of empirical studies focusing on university students' use of Gen-AI [14–16].

This research focus highlights a need for a comprehensive examination of Gen-AI's use. Addressing this gap is essential to developing a holistic understanding of Gen-AI's role in higher education, particularly from the student perspective. Given the rapid evolution of Gen-AI technology along with its rapidly growing and often uncontrolled adoption among students, a systematic literature review is necessary to synthesise current knowledge. The present review aims to (1) map the current applications of Gen-AI by university students, (2) assess the impact on their learning processes and academic performance, and (3) identify research gaps and propose directions for future investigation. By focusing on high-quality publications from Q1 and Q2 Scopus-indexed journals, this review seeks to provide an in-depth panorama of Gen-AI's integration into higher education.

The literature identifies various uses of Gen-AI that can be classified into more complex dimensions. Thus, [10] begin the discussion by dividing Gen-AI tools into “mindless” functions, such as summarising and paraphrasing, and “mindful” functions, which can generate entire texts. The former is more popular among students. Building on this, [17] categorise Gen-AI applications based on the role of chatbots, viewing them as tools for language or idea generation or as writing partners. Also, [18] offer another classification based on how students interact with Gen-AI: one group makes no changes to AI-generated content, thereby learning little, while another group modifies the content according to their abilities. This idea is expanded by [11], who observe that “competent” writers use Gen-AI as a supplementary tool, whereas less competent writers rely more heavily on AI-generated text. [19] and [20] further explore the debate over whether to alter or directly copy Gen-AI feedback. [19] contrast the simple copy-paste approach with an iterative process of engaging with Gen-AI feedback, echoing [18] earlier findings. [19] also introduce two dimensions for classifying AI use: “content and component uses” and “structured adaptivity” versus “unstructured streamline”. [20] focuses on text-production patterns, classifying students into those who frequently modify Gen-AI feedback, those who explore Gen-AI resources, and those who prefer ready-made texts with citations. [21] also address the issue of editing AI-generated drafts, emphasising that interactivity is a part of a broader classification of Gen-AI applications. They divide Gen-AI usage into stages: “brainstorming and outlining”, “writing and revision”, and “feedback and evaluation”, aligning with the three main stages of the writing process: pre-writing, writing, and post-writing. Interestingly, [19] offer a similar classification based on writing stages and further differentiate between “hidden” and “predominant” Gen-AI uses, particularly in writing tasks. [22] identify similar Gen-AI uses and introduce a “metadimension” of seeking inspiration in

interacting with AI, previously described as “overcoming writer’s block” by [17]. [23] expand these ideas by specifying Gen-AI uses at each writing process stage. Finally, while [24] discuss AI’s application in language practice, some patterns overlap with writing applications. In addition to speaking practice and personalised feedback, Gen-AI is used for grammar correction and finding appropriate words.

While a substantial body of research has investigated the role of AI in administrative and instructional applications within higher education, studies specifically focusing on student engagement with Gen-AI tools are comparatively limited. Existing literature highlights Gen-AI’s capability to augment collaborative learning environments. For instance, [25] and [26] discuss Gen-AI potential to facilitate online collaborative debates and enhance writing processes through automated feedback mechanisms and question generation. [15] emphasise that AI-driven chatbots have proven effective in fostering group discussions and aiding students in articulating their perspectives more confidently. Further explorations in the literature reveal that AI tools not only support collaboration but also contribute significantly to skill development across various domains. For example, studies have documented the efficacy of chatbots in language learning contexts, where they enhance performance, critical thinking, empathy, communication skills, and overall student satisfaction [16; 15]. Moreover, Gen-AI applications extend to providing personalised academic assistance, where systems recommend resources and offer scaffolding tailored to individual learning needs [8; 26; 27]. Thus, previous literature reviews have broadly addressed the use of Gen-AI in higher education, yet detailed explorations of how university students utilise it in their studies still remain absent.

To identify articles for inclusion in a literature review, various databases are utilised, which may vary depending on the research scope and objectives. For instance, [28] focused on one specific journal relevant to their topic. In contrast, [29] examined several leading journals on distance education, while [30] expanded their search to encompass journals in the broader field of higher education. In cases where the research scope is more extensive, all articles on selected topics from specific databases may be included. For example, [25] addressed three international databases: EBSCO Education Source, Web of Science, and Scopus. Similarly, [31] sourced articles from multiple electronic databases including Emerald, SpringerLink Journal, ScienceDirect Journal, SAGE, Taylor & Francis Online, and Wiley Online Library. [32] and [8] employed an even broader array of resources, including the Educational Database (ProQuest), Education Research Complete (EBSCOhost), ERIC (ProQuest), Scopus, Web of Science (Core Collection), and ProQuest Central.

Similarly, the time frame for literature analysis is closely tied to the scope of the study. For example, when reviewing a single journal on a narrowly defined topic, as in the study by [28], the time frame may span several decades, from 1980 to 2014. In contrast, studies encompassing a few journals, such as [29], typically restrict the review period to a few years, in this case from 2014 to 2019.

When a single topic is investigated across a few databases, the time frame is generally constrained to a decade or less; for instance, [33] analysed literature from 2007 to 2016 using databases like ERIC, Web of Science, Scopus, and PsycINFO. However, when multiple databases are employed to explore a single topic, as in [32], the time frame might be limited to just a few years.

Generally, the reviewed studies adhere to the basic methodology and its variations as outlined by [34], which require a reviewer to establish a clear protocol for handling papers. This includes setting exclusion/inclusion criteria and following three primary stages of the review process: searching for papers, selecting them based on set criteria, and synthesising the findings. Concurrently, the tripartite approach advocated by [35] delineates the stages of a literature review such as description (a summary of the review content), synthesis (categorization of the reviewed research), and critique (evaluating the strengths and weaknesses of the literature). Furthermore, some studies utilise a critical literature review methodology aimed at identifying the most significant items in a field to produce a conceptual contribution [36]. This method includes a linguistically based approach where the underlying conceptualizations and assumptions are scrutinised, particularly the meanings of words [30]. The approaches to article analysis before synthesis vary across studies. For instance, [28] employ content analysis to examine the conceptual structure of text-based information and identify the most prevalent and recurring themes [37]. Some studies combine analytical methods like text mining and social network analysis [2], while others integrate content analysis [38] with thematic analysis [39; 32]. Another combination involves deductive analysis [40], where selected studies are categorised into pre-existing codes, and a constant comparative method used to inductively compare studies and create sub-themes that fit into larger themes on the topic [31]. The use of mixed methodologies is justified by the need to triangulate data, thereby enhancing the reliability and validity of research findings [41]. A popular method to report systematic review findings is preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses (PRISMA) guidelines, which include describing inclusion/exclusion criteria, defining a search strategy, screening and selecting articles, describing relevant studies, and analysing and synthesising the findings [31; 33]. While the PRISMA guidelines are widely adopted for systematic reviews, alternative methodologies such as DARE¹ and AMSTAR 2 [42] are also employed, providing diverse frameworks for conducting reviews with varying focuses and criteria, as exemplified by [16].

In systematic literature reviews, researchers employ a variety of tools to enhance their analysis and presentation of findings. For instance, Leximancer is utilised in [28] to generate concept maps from the titles and abstracts of selected papers, facilitating a visual exploration of key themes and concepts. Similarly, [29] apply Leximancer for text mining purposes, extracting and analysing textual data to identify patterns and relationships. For the analysis of social networks

¹ *Database of Abstracts of Reviews of Effects (DARE): Quality-assessed reviews*. The University of York Centre for Reviews and Dissemination (UK). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK285222/> (accessed: 19.09.2024)

within the literature, tools such as Gephi and NodeXL are used by [29] to visualise and interpret the connections among authors, concepts, and publications. Furthermore, EPPI Reviewer 4.0 serves as a comprehensive platform for managing and analysing literature. This software is employed in studies like [25] and [16] to streamline the process of retrieving, reviewing, and coding papers, ensuring systematic data handling and enhanced accuracy in the synthesis of research findings.

What exactly is analysed in found papers also varies. For instance, [28] focus solely on titles and abstracts to determine the relevance of articles to their study questions. [29] extend their analysis to reference lists, which can uncover additional relevant studies and extend the scope of their review. Meanwhile, in qualitative analyses such as the one conducted by [32], only those parts of articles that directly address the research questions are examined, allowing for a focused exploration of the topic at hand.

Methodology. This study conducted a tertiary review utilising a systematic approach outlined in the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) guidelines, focusing on three key steps: search strategy and study selection, data analysis, and synthesis of findings. Data for this study was sourced from two databases: Google Scholar and Lens. The first one was employed to search for papers to analyse via qualitative analysis, the second – to perform a quantitative part. Google Scholar, a widely accessible and extensively used academic search engine, offers a broad spectrum of scholarly literature from various sources. Lens is a comprehensive scholarly database that aggregates global research across multiple disciplines, providing a robust platform for accessing a wide variety of scientific publications. These databases were chosen for their extensive coverage and accessibility, ensuring a comprehensive collection of relevant literature on AI use in higher education.

Search string:

“artificial intelligence” OR “machine intelligence” OR “intelligent support” OR “intelligent virtual reality” OR “chat bot” OR “machine learning” OR “automated tutor” OR “personal tutor*” OR “intelligent agent*” OR “expert system” OR “neural network” OR “natural language processing” OR “smart technologies” OR “intelligent technologies” AND “higher education” OR “tertiary” OR “college*” OR “undergrad*” OR “graduate” OR “postgrad*” AND “learn*” OR student* AND “use/application”*

The following inclusion and exclusion criteria were applied to select papers from Google Scholar database.

Inclusion criteria:

- Source of publication: Articles indexed on Google Scholar.
- Publication date: Studies published from January 2023 onward.
- Language: Studies must be published in English.
- Journal ranking: Only articles from journals ranked in the first or second quartile (Q1–Q2) according to relevant journal ranking metrics by Scopus.

- Type of paper: empirical study.
- Gen-AI is used by: students.

Exclusion criteria:

- Educational setting: Studies that do not focus on higher education contexts.
- Relevance: Articles not addressing AI in higher education.
- Data type: Excludes studies that do not present empirical data.
- Peer review status: Excludes articles that are not peer-reviewed.

The data was approached qualitatively: apriori and aposteriori codes were applied to the papers retrieved from Google Scholar. Mostly, the abstracts were analysed, but if the information was not sufficient, the results and discussion sections of the papers were addressed. Further to this, generic codes were used to extract basic factual information, such as the journal name and the authors' countries. For a deeper analysis of the selected papers, we conducted a thematic analysis to identify recurring themes and patterns, as described by [39]. We employed a priori codes, derived from existing literature reviews on Gen-AI, to systematically categorise and analyse the data.

Thematic apriori codes:

- ways of using Gen-AI [8];
- impact of using Gen-AI [16; 26];
- Gen-AI as collaboration facilitator [15; 25].

This approach ensures that the coding process is grounded in established research, facilitating the comparison and synthesis of new findings with previous studies. Additionally, a posteriori codes that emerged during the analysis process were integrated to capture new themes and insights not previously identified in the literature.

Thematic a posteriori codes:

- Gen-AI adoption;
- Gen-AI perception;
- Gen-AI literacy;
- preparation for Gen-AI use;
- Gen-AI implementation;
- Gen-AI performance in assignments;
- skills required for collaboration with Gen-AI;
- role of Gen-AI in collaboration;
- alternative perspectives on AI and collaboration.

Results and discussion. From the initial screening of 620 papers, 42 were selected for the final sample based on the predefined inclusion and exclusion criteria. The distribution of the selected papers across different years is as follows: 7 papers were published in 2022, 24 – in 2023, and 11 – in 2024. Among these, 6 were authored by a single individual, while 40 were collaboratively written with co-authors. In terms of publication quality, 27 papers were published in Q1 journals, and the remaining 15 in Q2 journals. A total of 27 journals were identified as sources of the included studies. The distribution of journals indicates

a concentration of publications in specific outlets. *The International Journal of Educational Technology in Higher Education* emerged as the most frequently cited journal, with six articles, underscoring its pivotal role in disseminating research on AI application. This was followed by *Computers and Education: Artificial Intelligence* and *Education and Information Technologies*, each contributing significantly to the literature with four and three articles, respectively. *Scientific Reports*, *Frontiers in Psychology*, *Cogent Education*, *Humanities and Social Sciences Communications* and *Education Sciences* demonstrated repeated engagement in this research area with two articles published in each.

The review identified a significant variance in the geographic distribution of authors contributing to the field. The United Arab Emirates (UAE) led with the highest number of authors, totalling 50. Following the UAE, the United Kingdom contributed 15 authors. China and the United States also showed considerable involvement, with 14 authors each. Other notable contributions came from Jordan and Australia, each with 8 authors. Indonesia, Lebanon, and Egypt contributed 6 authors each, demonstrating their ongoing commitment to the research area. The analysis also pointed out contributions from a range of other countries, with varying levels of involvement, including Saudi Arabia, Thailand, Poland, and Germany with 5 authors each. Several countries, such as Switzerland, Morocco, Israel, Malaysia, and Tunisia, each contributed one author. This diversity in authorship from countries across different continents emphasises the global relevance and interdisciplinary nature of the topic.

To report findings based on a priori and a posteriori code that address the research questions posed in the methodology, a narrative summary of findings organised around key themes or factors will be employed, along with a narrative synthesis of the data as suggested by [43].

Research question 1. How do university students use Gen-AI in their studies?

Gen-AI adoption (n=9)²

Theories and models

In measuring the adoption and acceptance of Gen-AI tools among university students, researchers commonly apply specific theories and models. The identified theories include Diffusion of Innovations Theory [44], Constructivism Learning Theory [45], Self-Determination Theory [46], Situated Expectancy-Value Theory (SEVT) [47], the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) [46], and UTAUT2 [48; 49]. The primary model identified is the Technology Acceptance Model (TAM), which forms the basis for UTAUT and UTAUT2 [46; 50]. Additionally, financial considerations [51] and academic major [52] were found to influence Gen-AI adoption.

Factors and variables

Student willingness to adopt Gen-AI is directly influenced by variables such as technological expertise and ease of doing business [44], as well as perceived ease of use and social influence [46]. Other significant factors include facilitating

² Hereinafter “n” is a number of papers.

conditions [48], the benefits of using Gen-AI, supportive environments [47], user-friendliness [50], habit, performance expectancy, and hedonic motivation [49]. Key motivations for using ChatGPT are also its quick response time and ease of use, enhancing educational efficiency and task management [45]. Additionally, students with external funding are more likely to use Gen-AI than those who pay for it themselves [51]. Gen-AI is more readily accepted in engineering than in business, while the arts had lower adoption due to the tool's text-centric nature [52]. Conversely, perceived usefulness, autonomy, and trust do not significantly affect Gen-AI acceptance [46], along with effort expectancy [48]. Although perceived usefulness did not directly impact adoption intention, it had an indirect effect through personalization (positive) and interactivity (negative) [50].

Ways of using Gen-AI (n=6)

Gen-AI is widely applied in academic settings, facilitating a variety of tasks including coding [53; 54], administrative duties [53], and problem-solving [54]. Additional uses encompass clarifying subject concepts [54] and answering questions [53; 54]. Notably, the most common application of Gen-AI is in writing-related activities. Thus, during the pre-writing phase, Gen-AI assists in brainstorming [21], generating ideas [51; 53], conducting preliminary literature searches [54], outlining [21], and creating initial drafts [51]. It also supports literature studies [54] and data analysis [53]. In the while-writing phase, Gen-AI aids in the composition process itself [21; 54], enhancing language, style, and writing techniques [51], and performing translations [54]. Post-writing, Gen-AI is utilised for revisions, feedback, and evaluation [21]. The table below summarises the main uses of Gen-AI as identified in the analysed papers.

Overview of Gen-AI applications identified in selected papers

Gen-AI use	Barrett, Pack, 2023 [21]	Chan, Hu, 2023 [53]	Dakakni, Safa, 2023 [51]	Von Garrel, Mayer, 2023 [54]
Brainstorming	▲	▲	▲	
Outlining	▲			
Writing technique	▲		▲	▲
Language			▲	
Translation				▲
Style			▲	
Creating drafts			▲	
Revising drafts				
Feedback	▲			
Evaluation	▲			
Answering questions		▲		▲
Clarifying concepts				▲

Окончание табл.

Gen-AI use	Barrett, Pack, 2023 [21]	Chan, Hu, 2023 [53]	Dakakni, Safa, 2023 [51]	Von Garrel, Mayer, 2023 [54]
Research aid		▲		▲
Data analysis/coding		▲		▲
Multimedia creation/design		▲		▲
Administrative tasks		▲		
Solving problems				▲

Source: compiled by Anna E. Korchak, Yevgeny D. Patarakin, Jamie Costley.

There are also papers related to Gen-AI use by students that do not describe its particular applications. For instance, [55] discovered that students who mastered prompt engineering could enhance their learning by generating more accurate and valuable responses from AI systems. Similarly, [56] observed that students’ confidence in using Gen-AI grew with increased experience, encompassing ethical considerations as well.

Gen-AI perception (n=10)

Positive

Students generally hold positive attitudes towards Gen-AI, appreciating its ability to ease university transition anxieties [57; 58], enhance language, style, and writing techniques [51], and provide unique insights and personalised real-time feedback [53; 59; 60]. It is valued for its assistance in understanding fundamental concepts and performing routine tasks, thus freeing up time for higher-level activities [59; 61]. Its 24/7 availability and the provision of virtual learning environments also stand out as beneficial features [59–61].

Negative

Despite these positives, students sometimes find it difficult to initiate conversations with AI, and technical issues can lead to mixed feelings [57]. There is a noted distrust of Gen-AI, particularly regarding its capability in assessments and the need for human oversight in grading processes [51]. Concerns about Gen-AI’s lack of emotional intelligence, empathy, and in-depth subject understanding further contribute to negative perceptions [53; 62]. Moreover, students feel that Gen-AI cannot replace personal interactions with educators [61; 63].

What affects perception

Factors influencing these perceptions include user-friendliness of Gen-AI, its social impact, perceived benefits, behavioural and cognitive effects, and minimal perceived risks [58]. The quality of Gen-AI’s output and social influence significantly impact its acceptance [64]. As students become more familiar with Gen-AI, their usage tends to increase, and their perception of Gen-AI shifts from viewing it as a “cheating tool” to recognizing it as a valuable, albeit supervised, educational resource [51; 63].

Research question 2. What outcomes are reported from students' use of Gen-AI? Impact of using Gen-AI (n=9)

Positive impact of using Gen-AI

The positive effects of using Gen-AI, as identified in the analysed papers, are categorised into three main areas: academic performance and cognitive development, skills development and professional preparation, and self-directed learning. A detailed breakdown of the outcomes for each category follows. In the realm of academic performance and cognitive development, outcomes include increased motivation [65] and enhanced academic experiences [52]. Studies also highlight a rise in cognitive achievement [66] and academic performance [62] as a result of using Gen-AI. Additionally, there are significant improvements in the use of cognitive and metacognitive learning strategies [65], along with enhanced comprehension and creativity [52]. The outcomes related to skill development include improved problem-solving abilities, which prepare students for professional roles [67]. Furthermore, critical thinking is enhanced when students are tasked with critically evaluating Gen-AI-produced content [55]. Additionally, using Gen-AI has shown potential in enhancing language skills [45]. In terms of self-directed learning, Gen-AI is reported to facilitate task completion [54], boost self-confidence [45], and assist in managing behaviour during self-study [68].

Negative impact of using Gen-AI

While Gen-AI offers numerous benefits, it also presents several challenges. According to [45], reliance on Gen-AI can lead to an over-reliance that may diminish students' critical and problem-solving skills, posing significant risks to academic integrity. Additionally, [68] highlight that Gen-AI may not effectively maintain student motivation or increase their drive to learn, limiting its efficacy as a comprehensive educational tool.

Research question 3. What is the role of Gen-AI in collaboration aspects of the study process?

Although the collaborative aspects of Gen-AI are seldom investigated independently, they frequently intersect with various research domains. This intersection explains why the number of papers categorised under this code exceeds those under other codes – collaboration is present across many subjects in this study.

Skills required for collaboration with Gen-AI (n=4)

Collaboration competencies are categorised as a crucial component of the Gen-AI capabilities within higher education institutes [69]. Critical aspects necessary for successful Gen-AI-student collaboration include “learner identity”, “learner activeness”, and “learner position” [56]. Effective collaboration with Gen-AI also requires a high level of AI literacy, prompt engineering, and critical thinking skills to navigate challenges like AI bias and misinformation [55]. Features like logical argumentation, explainability, and scientific rigour essential when utilising Gen-AI tools [54].

Role of Gen-AI in collaboration (n=5)

Some students view Gen-AI as a ‘top student’, providing tutor-like support, as noted by [53]. Meanwhile, its capabilities in offering feedback and supporting various dimensions of self-regulated learning – cognitive, metacognitive, and behavioural – lead others to see it as a learning partner [68; 70]. Additionally, Gen-AI serves as an ‘agent-to-support’ in experiential learning, enhancing the collaborative design of learning experiences between students and educators [71]. However, [64] emphasises that Gen-AI cannot replicate the nuanced role of educators in managing complex learning processes and interpersonal interactions.

Gen-AI as collaboration facilitator (n=13)

Gen-AI enhances learning by promoting a collaborative approach in education, stimulating communication and engagement among students [57; 61]. This is facilitated by Gen-AI’s ability to mimic human-like interactions [44]. Additionally, it offers varied perspectives and insights, thereby fostering creativity and interdisciplinary connections in group activities [53]. AI-supported platforms such as intelligent tutoring systems and adaptive learning environments not only identify individual weaknesses but also customise group exercises to improve collective learning outcomes [59]. AI-driven systems are crucial in processing complex data streams in real-time, enhancing collaborative learning through more personalised and inclusive educational experiences [60; 69]. Gen-AI tools and applications like ChatGPT facilitate dynamic environments ideal for collaborative tasks such as decision-making and peer feedback [55; 71]. However, concerns remain regarding Gen-AI’s impact on collaboration. For instance, there is a risk that Gen-AI could reduce the role of peer learning and direct human interactions [53; 70]. Additionally, there are concerns about students potentially misusing Gen-AI tools such as ChatGPT to generate content for group assignments, which could circumvent the intended collaborative learning process [72].

Alternative perspectives on Gen-AI and collaboration (n=2)

The research by [73] advocates for the use of non-AI bots, which are collaboratively programmed by educators to support specific educational functions without mimicking human intelligence. Additionally, a study by [12] measures ‘cooperativity’ – a component of computational thinking skills – and found that the use of ChatGPT significantly improved cooperativity scores. This suggests that while ChatGPT primarily aids individual problem-solving, it can also enhance collaborative skills by helping students effectively deconstruct and communicate programming challenges.

Codes not related to research questions directly

How Gen-AI is implemented (n=2)

The literature highlights two crucial considerations for implementing Gen-AI tools: students’ learning needs and the overall context. [58] identify context factors such as the user’s country, age, type of university, and recent academic

achievements. Concurrently, [73] emphasise the importance of community feedback, including that of students, in the deployment of Gen-AI tools like an Onboarding Bot that assesses student knowledge before courses, a Tutorial Bot that aids in tutorial preparation, a Grouping Bot that helps form student groups, and a Collaboration Bot that facilitates group discussions.

How Gen-AI performs in assignments (n=5)

ChatGPT generally performs well in generic tasks and subjects, yet struggles with more specific ones. [74] observed that ChatGPT's performance across various courses often matches that of students, but its use is hard to detect due to tools frequently misclassifying human-written responses as AI-generated, along with the ease of modifying AI-generated text to evade detection. Specifically, [70] noted that in business administration undergraduate courses, instructors rated ChatGPT's responses as high-quality, often equalling or surpassing the top student scores in clarity, coherence, and critical engagement, without any plagiarism issues. Conversely, [75] reported that while ChatGPT effectively identified concepts in general chemistry exam questions, it fell below the class average in problem-solving success. It performed better in questions requiring general knowledge compared to those demanding specific skills. [71] found that Gen-AI tools, particularly ChatGPT 3.5, aligned effectively with scholarly literature when addressing complex educational concepts, offering dynamic scenarios that personalised learning and linked to real-world applications. However, [76] highlighted that in medical radiation science, ChatGPT's performance in undergraduate course exams was generally below average, struggling significantly with specific subjects, although it fared better in foundation courses.

The incorporation of Gen-AI within higher education settings has demonstrated transformative outcomes, enhancing both pedagogical methods and student learning achievements. This systematic review compiles and analyses data from various studies, focusing on Gen-AI's impact in enriching educational experiences, particularly from the standpoint of university students. We explored Gen-AI's use in activities such as writing, coding, and problem-solving. The application of Gen-AI ranges from basic support, like grammar correction, to advanced cognitive functions, including algorithm development and the creation of original content. Findings highlight the multifaceted role of Gen-AI as both a facilitator and a transformative force in higher education, illustrating its ability to foster more personalised, engaging, and efficient learning environments.

The use of Gen-AI, as discussed by [19] and [20], often complements traditional learning methods by providing students with instant feedback and access to information, thereby supporting self-regulated learning and cognitive development. This integration of Gen-AI in educational settings aligns with findings from [12], who reported improved cooperativity skills among students, suggesting that Gen-AI can significantly enhance collaborative skills essential for the modern educational landscape. Despite the potential for Gen-AI to diminish peer-to-peer interaction, as noted by [53] and [70], the technology also

offers new avenues for collaboration. The ability of Gen-AI to simulate human-like interactions and provide diverse perspectives fosters an environment where collaborative tasks can thrive, enhancing the design of learning experiences and facilitating more effective group work. This is particularly relevant in settings where interdisciplinary approaches are valued, and where the synthesis of various information streams can enhance learning outcomes.

Conclusion. The variance in how AI is used among students – depending on their competence levels – highlights an essential consideration for educators: AI can potentially widen the gap between more and less competent learners. More competent students tend to use AI to augment their capabilities, whereas less competent learners may rely heavily on AI, risking inadequate engagement with learning materials. This observation calls for a pedagogical balance where AI supports learning without diminishing the educational rigour necessary for critical thinking and problem-solving skills. A significant concern arising from this review relates to the challenges AI poses to academic integrity and skill development. As AI tools become more capable, especially in generating sophisticated texts and solutions, educational institutions face the dual challenge of leveraging these tools for learning while ensuring they do not facilitate academic dishonesty or hinder skill acquisition. This issue is particularly pertinent in writing tasks, where the line between assistance and cheating can become blurred.

While this review provides a comprehensive overview of the current state of AI use in higher education, the fast-evolving nature of AI technologies means that continuous updates to this body of research are necessary. Additionally, the review is limited to articles from Q1 and Q2 journals, which may omit valuable insights from lower-tier publications or grey literature such as conference proceedings, pre-prints and similar. Future research may explore the longitudinal impacts of AI on student learning outcomes and skill development. Studies could investigate how different disciplines adapt AI tools to their specific needs and the long-term effects on students' academic and professional trajectories. Furthermore, qualitative studies focusing on students' perceptions and experiences with AI could provide deeper insights into the contextual factors influencing AI adoption in higher education.

References

- [1] Zawacki-Richter O, Bai JYH, Lee K, Slagter van Tryon PJ, Prinsloo P. New advances in artificial intelligence applications in higher education? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2024;21:32. <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00464-3>
- [2] Bozkurt A, Sharma RC. Challenging the status quo and exploring the new boundaries in the age of algorithms: Reimagining the role of generative AI in distance education and online learning. *Asian Journal of Distance Education*. 2023;18(1):i–viii. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7755273>

- [3] Rudolph J, Tan Sh, Tan S. War of the chatbots: Bard, Bing Chat, ChatGPT, Ernie and beyond. The new AI gold rush and its impact on higher education. *Journal of Applied Learning and Teaching*. 2023;6(1). <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.23>
- [4] Huang G, Liang X. Generative AI research of education from 2013 to 2023. In: *Proceedings of the 6th International Conference on Computer Science and Technologies in Education, 19–21 April 2024, Xi'an, China*. IEEE Publ.; 2024. p. 125–130. <https://doi.org/10.1109/CSSTE62025.2024.00030>
- [5] Baidoo-anu D, Ansah LO. Education in the era of generative artificial intelligence (AI): Understanding the potential benefits of ChatGPT in promoting teaching and learning. *Journal of AI*. 2023;7(1):52–62. <https://doi.org/10.61969/jai.1337500>
- [6] Dogru T, Line N, Hanks L, Acikgoz F, Abbott JA, Bakir S, et al. The implications of generative artificial intelligence in academic research and higher education in tourism and hospitality. *Tourism Economics*. 2024;30(5):1083–1094. <https://doi.org/10.1177/13548166231204065>
- [7] Nikolopoulou K. Generative artificial intelligence in higher education: Exploring ways of harnessing pedagogical practices with the assistance of ChatGPT. *International Journal of Changes in Education*. 2024;1(2):103–111. <https://doi.org/10.47852/bonviewIJCE42022489>
- [8] Crompton H, Burke D. Artificial intelligence in higher education: the state of the field. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2023;20:22. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8>
- [9] Bantugan BS, Li X, Liu L, Liu Y, Wang X, Yang M, Zhang X. The adoption of artificial intelligence of selected international Chinese educators enrolled as graduate students in the College of Education of St. Paul University Manila. *International Journal of Research and Scientific Innovation*. 2024;11(2):133–146. <https://doi.org/10.51244/IJRSI.2024.1102011>
- [10] Delcker J, Heil J, Ifenthaler D, Seufert S, Spirgi L. First-year students AI-competence as a predictor for intended and de facto use of AI-tools for supporting learning processes in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2024;21:18. <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00452-7>
- [11] Woo DJ, Susanto H, Yeung CH, Guo K, Fung AKY. Exploring AI-generated text in student writing: How does AI help? *ArXiv [Preprint]* 2023. <https://arxiv.org/pdf/2304.02478> (accessed: 05.12.2024)
- [12] Yilmaz R, Yilmaz FGK. The effect of generative artificial intelligence (AI)-based tool use on students' computational thinking skills, programming self-efficacy and motivation. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2023;4:100147. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100147>
- [13] Daher W, Diab H, Rayan A. Artificial intelligence generative tools and conceptual knowledge in problem solving in chemistry. *Information*. 2023;14(7):409. <https://doi.org/10.3390/info14070409>
- [14] Chen X, Zou D, Xie H, Cheng G, Liu C. Two decades of artificial intelligence in education: contributors, collaborations, research topics, challenges, and future directions. *Educational Technology & Society*. 2022;25(1):28–47. <https://www.jstor.org/stable/10.2307/48647028>
- [15] Deng X, Yu Z. A meta-analysis and systematic review of the effect of chatbot technology use in sustainable education. *Sustainability*. 2023;15(4):2940. <https://doi.org/10.3390/su15042940>
- [16] Bond M, Khosravi H, De Laat M, Bergdahl N, Negrea V, Oxley E, et al. A meta systematic review of artificial intelligence in higher education: a call for increased ethics, collaboration, and rigour. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2024;21:4. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00436-z>

- [17] Ippolito D, Yuan A, Coenen A, Burnam S. Creative writing with an AI-powered writing assistant: Perspectives from professional writers. *ArXiv [Preprint]* 2022. <https://arxiv.org/pdf/2211.05030> (accessed: 19.09.2024)
- [18] Malinka K, Peresini M, Firc A, Hujnák O, Janus F. On the educational impact of ChatGPT: Is artificial intelligence ready to obtain a university degree? In: *Proceedings of the 2023 Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, 7–12 July 2023, Turku, Finland*. Vol. 1. New York: Association for Computing Machinery; 2023. p. 47–53. <https://doi.org/10.1145/3587102.3588827>
- [19] Nguyen A, Hong Y, Dang B, Huang X. Human-AI collaboration patterns in AI-assisted academic writing. *Studies in Higher Education*. 2024;49(5):847–864. <https://doi.org/10.1080/03075079.2024.2323593>
- [20] Liu J, Li S. Toward artificial intelligence-human paired programming: A review of the educational applications and research on artificial intelligence code-generation tools. *Journal of Educational Computing Research*. 2024;62(5). <https://doi.org/10.1177/07356331241240460>
- [21] Barrett A, Pack A. Not quite eye to A.I.: student and teacher perspectives on the use of generative artificial intelligence in the writing process. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2023;20:59. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00427-0>
- [22] Li Z, Wang C, Bonk C. Exploring the utility of ChatGPT for self-directed online language learning. *Online Learning*. 2024;28(3):157–180. <https://doi.org/10.24059/olj.v28i3.4497>
- [23] Wang C, Li Z, Bonk C. Understanding self-directed learning in AI-assisted writing: A mixed methods study of postsecondary learners. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2024;6:100247. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100247>
- [24] Belda-Medina J, Kokošková V. Integrating chatbots in education: Insights from the Chatbot-Human Interaction Satisfaction Model (CHISM). *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2023;20:62. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00432-3>
- [25] Zawacki-Richter O, Marín VI, Bond M, Gouverneur F. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2019;16:39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- [26] Chen X, Zou D, Xie H, Cheng G, Liu C. Two decades of artificial intelligence in education. *Educational Technology & Society*. 2022;25(1):28–47. <https://www.jstor.org/stable/10.2307/48647028>
- [27] Zhai X, Chu X, Chai ChS, Jong MSY, Istenic A, Spector M et al. A Review of artificial intelligence (AI) in education from 2010 to 2020. *Complexity*. 2021;1. <https://doi.org/10.1155/2021/8812542>
- [28] Zawacki-Richter O, Naidu S. Mapping research trends from 35 years of publications in *Distance Education*. *Distance Education*. 2016;37(3):245–269. <https://doi.org/10.1080/01587919.2016.1185079>
- [29] Bozkurt A, Zawacki-Richter O. Trends and patterns in distance education (2014–2019): A synthesis of scholarly publications and a visualisation of the intellectual landscape. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*. 2021;22(2):19–45. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v22i2.5381>
- [30] Bearman M, Ryan J, Ajjawi R. Discourses of artificial intelligence in higher education: A critical literature review. *Higher Education*. 2023;86:369–385. <https://doi.org/10.1007/s10734-022-00937-2>
- [31] Bizami NA, Tasir Z, Na Kew SN. Innovative pedagogical principles and technological tools capabilities for immersive blended learning: A systematic literature review.

- Education and Information Technologies*. 2023;28:1373–1425. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11243-w>
- [32] Koh JHL, Daniel BK. Shifting online during COVID-19: A systematic review of teaching and learning strategies and their outcomes. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2022;19:56. <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00361-7>
- [33] Bond M, Buntins K, Bedenlier S, Zawacki-Richter O, Kerres M. Mapping research in student engagement and educational technology in higher education: A systematic evidence map. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2020;17:2. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0176-8>
- [34] Gough D, Oliver S, Thomas J. *An introduction to systematic reviews*. 2nd ed. London: Sage Publ.; 2017.
- [35] Daniel BK, Harland T. *Higher education research methodology: A step-by-step guide to the research process*. London: Routledge; 2017.
- [36] Grant MJ, Booth A. A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information & Libraries Journal*. 2009;26(2):91–108. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- [37] Krippendorff K. *Content analysis: An introduction to its methodology*. Thousand Oaks, California: Sage Publ.; 2018.
- [38] Weber RPh. *Basic content analysis*. 2nd ed. Newbury Park, California: Sage Publ.; 1990.
- [39] Braun V, Clarke V. Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*. 2006;3(2):77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- [40] Nowell LS, Norris JM, White DE, Moules NJ. Thematic analysis: Striving to meet the trustworthiness criteria. *International Journal of Qualitative Methods*. 2017;16. <https://doi.org/10.1177/1609406917733847>
- [41] Thurmond VA. The point of triangulation. *Journal of Nursing Scholarship*. 2001;33(3):253–258. <https://doi.org/10.1111/j.1547-5069.2001.00253.x>
- [42] Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, et al. Amstar 2: A critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ*. 2017;358:j4008. <https://doi.org/10.1136/bmj.j4008>
- [43] Popay J, Roberts H, Sowden A, Petticrew M, Arai L, Rodgers M, et al. *Guidance on the conduct of narrative synthesis in systematic reviews: A product of the ESRC methods programme. Version 1*. Lancaster University; 2006. <https://doi.org/10.13140/2.1.1018.4643>
- [44] Alhumaid K, Naqbi S, ElSORI D, Mansoori M. The adoption of artificial intelligence applications in education. *International Journal of Data and Network Science*. 2023;7:457–466. <https://doi.org/10.5267/j.ijdns.2022.8.013>
- [45] Hasanein AM, Sobaih AEE. Drivers and consequences of ChatGPT use in higher education: Key stakeholder perspectives. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*. 2023;13(11):2599–2614. <https://doi.org/10.3390/ejihpe13110181>
- [46] Bilquise G, Ibrahim S, Salhieh SM. Investigating student acceptance of an academic advising chatbot in higher education institutions. *Education and Information Technologies*. 2024;29:6357–6382. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12076-x>
- [47] Wang F, King RB, Chai ChS, Zhou Y. University students' intentions to learn artificial intelligence: the roles of supportive environments and expectancy–value beliefs. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2023;20:51. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00417-2>
- [48] Habibi A, Muhaimin M, Danibao BK, Wibowo YG, Wahyuni S, Octavia A. ChatGPT in higher education learning: Acceptance and use. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2023;5:100190. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100190>

- [49] Strzelecki A. Students' acceptance of ChatGPT in higher education: An extended unified theory of acceptance and use of technology. *Innovative Higher Education*. 2024;49:223–245. <https://doi.org/10.1007/s10755-023-09686-1>
- [50] Raffaghelli JE, Rodríguez ME, Guerrero-Roldán A-E, Bañeres D. Applying the UTAUT model to explain the students' acceptance of an early warning system in Higher Education. *Computers & Education*. 2022;182:104468. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104468>
- [51] Dakakni D, Safa N. Artificial intelligence in the L2 classroom: Implications and challenges on ethics and equity in higher education: A 21st century Pandora's box. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2023;5:100179. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100179>
- [52] Grájeda A, Burgos J, Córdova P, Sanjinés A. Assessing student-perceived impact of using artificial intelligence tools: Construction of a synthetic index of application in higher education. *Cogent Education*. 2024;11(1):2287917. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2287917>
- [53] Chan CKY, Hu W. Students' voices on generative AI: Perceptions, benefits, and challenges in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2023;20:43. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00411-8>
- [54] Von Garrel J, Mayer J. Artificial Intelligence in studies – use of ChatGPT and AI-based tools among students in Germany. *Humanities & Social Sciences Communications*. 2023;10:799. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-02304-7>
- [55] Walter Y. Embracing the future of Artificial Intelligence in the classroom: the relevance of AI literacy, prompt engineering, and critical thinking in modern education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2024;21:15. <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00448-3>
- [56] Kelly A, Sullivan M, Strampel K. Generative artificial intelligence: University student awareness, experience, and confidence in use across disciplines. *Journal of University Teaching and Learning Practice*. 2023;20(6). <https://doi.org/10.53761/1.20.6.12>
- [57] Abbas N, Whitfield J, Atwell E, Bowman H, Pickard T, Walker A. Online chat and chatbots to enhance mature student engagement in higher education. *International Journal of Lifelong Education*. 2022;41(3):308–326. <https://doi.org/10.1080/02601370.2022.2066213>
- [58] Abdaljaleel M, Barakat M, Alsanafi M, Salim NA, Abazid H, Malaeb D, et al. A multinational study on the factors influencing university students' attitudes and usage of ChatGPT. *Scientific Reports*. 2024;14:1983. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52549-8>
- [59] İçen M. The future of education utilizing artificial intelligence in Turkey. *Humanities and Social Sciences Communications*. 2022;9:268. <https://doi.org/10.1057/s41599-022-01284-4>
- [60] Tapalova O, Zhiyenbayeva N. Artificial intelligence in education: AIED for personalised learning pathways. *Electronic Journal of e-Learning*. 2022;20(5):639–653. <https://doi.org/10.34190/ejel.20.5.2597>
- [61] Limna P, Kraiwanit T, Jangjarat K, Klayklung P, Chocksathaporn P. The use of ChatGPT in the digital era: Perspectives on chatbot implementation. *Journal of Applied Learning and Teaching*. 2023;6(1):64–74. <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.32>
- [62] Essel HB, Vlachopoulos D, Tachie-Menson A, Johnson EE, Baah PK. The impact of a virtual teaching assistant (chatbot) on students' learning in Ghanaian higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2022;19:57. <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00362-6>

- [63] Tossell CC, Tenhundfeld NL, Momen A, Cooley K, de Visser EJ. Student perceptions of ChatGPT use in a college essay assignment: Implications for learning, grading, and trust in artificial intelligence. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. 2024;17:1069–1081. <https://doi.org/10.1109/TLT.2024.3355015>
- [64] Boubker O. From chatting to self-educating: Can AI tools boost student learning outcomes? *Expert Systems with Applications*. 2024;238(A):121820. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121820>
- [65] Al-Abdullatif AM, Al-Dokhny AA, Drwish AM. Implementing the Bashayer chatbot in Saudi higher education: measuring the influence on students' motivation and learning strategies. *Frontiers in Psychology*. 2023;14:1129070. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1129070>
- [66] Jaboob M, Hazaimah M, Al-Ansi AM. Integration of generative AI techniques and applications in student behavior and cognitive achievement in Arab higher education. *International Journal of Human–Computer Interaction*. 2024;41(1):353–366. <https://doi.org/10.1080/10447318.2023.2300016>
- [67] González LA, Neyem A, Contreras-McKay I, Molina D. Improving learning experiences in software engineering capstone courses using artificial intelligence virtual assistants. *Computer Applications in Engineering Education*. 2022;30(5):1370–1389. <https://doi.org/10.1002/cae.22526>
- [68] Jin S-H, Im K, Yoo M, Roll I, Seo K. Supporting students' self-regulated learning in online learning using artificial intelligence applications. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2023;20:37. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00406-5>
- [69] Wang S, Sun Z, Chen Y. Effects of higher education institutes' artificial intelligence capability on students' self-efficacy, creativity and learning performance. *Education and Information Technologies*. 2023;28:4919–4939. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11338-4>
- [70] Chaudhry IS, Sarwary SAM, El Refae GA, Chabchoub H. Time to revisit existing student's performance evaluation approach in higher education sector in a new era of ChatGPT – A case study. *Cogent Education*. 2023;10(1):2210461. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2210461>
- [71] Salinas-Navarro DE, Vilalta-Perdomo E, Michel-Villarreal R, Montesinos L. Using generative artificial intelligence tools to explain and enhance experiential learning for authentic assessment. *Education Sciences*. 2024;14(1):83. <https://doi.org/10.3390/educsci14010083>
- [72] Michel-Villarreal R, Vilalta-Perdomo E, Salinas-Navarro DE, Thierry-Aguilera R, Gerardou FS. Challenges and opportunities of generative AI for higher education as explained by ChatGPT. *Education Sciences*. 2023;13(9):856. <https://doi.org/10.3390/educsci13090856>
- [73] Breines MR, Gallagher M. A return to Teacherbot: rethinking the development of educational technology at the University of Edinburgh. *Teaching in Higher Education*. 2023;28(3):517–531. <https://doi.org/10.1080/13562517.2020.1825373>
- [74] Ibrahim H, Liu F, Asim R, Battu B, Benabderrahmane S, Alhafni B, et al. Perception, performance, and detectability of conversational artificial intelligence across 32 university courses. *Scientific Reports*. 2023;13:12187. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-38964-3>
- [75] Clark TM. Investigating the use of an artificial intelligence chatbot with general chemistry exam questions. *Journal of Chemical Education*. 2023;100(5):1905–1916. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00027>
- [76] Currie G, Singh C, Nelson T, Nabasenja C, Al-Hayek Y, Spuur K. ChatGPT in medical imaging higher education. *Radiography*. 2023;29(4):792–799. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2023.05.011>

Bio notes:

Anna E. Korchak, Research Assistant, Centre of Sociology for Higher Education, Institute of Education, Higher School of Economics, 20 Myasnitskaya St, Moscow, 101000, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-6007-3098. E-mail: aekorchak@hse.ru

Yevgeny D. Patarakin, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor at the Department of IT, Management and Technology, Institute of Digital Education, Moscow City University, 4/1 2nd Selskokhozyaystvenny Proezd, 129226, Moscow, Russian Federation; Professor at the Department of Educational Programmes, Institute of Education, Higher School of Economics, 20 Myasnitskaya St, Moscow, 101000, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-1216-5043. SPIN-code: 7044-4695. E-mail: patarakined@mgpu.ru

Jamie Costley, PhD, Assistant Professor at College of Education, United Arab Emirates University, H1 Sheik Khalifa Bin Zayed St, Al Ain, 15551, United Arab Emirates. ORCID: 0000-0002-1685-3863. E-mail: jcostley@uaeu.ac.ae

Сведения об авторах:

Корчак Анна Эдуардовна, стажер-исследователь, Центр социологии высшего образования, Институт образования, Высшая школа экономики, Российская Федерация, 101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 20. ORCID: 0000-0002-6007-3098. E-mail: aekorchak@hse.ru

Патаракин Евгений Дмитриевич, доктор педагогических наук, доцент, профессор департамента информатики, управления и технологий, Институт цифрового образования, Московский городской педагогический университет, Российская Федерация, 129226, Москва, 2-й Сельскохозяйственный проезд, д. 4, корп. 1; профессор департамента образовательных программ, Институт образования, Высшая школа экономики, Российская Федерация, 101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 20. ORCID: 0000-0002-1216-5043. SPIN-код: 7044-4695. E-mail: patarakined@mgpu.ru

Костли Джейми, PhD, доцент Колледжа образования, Университет Объединенных Арабских Эмиратов, Объединенные Арабские Эмираты, 15551, Аль-Айн, ул. Шейх Халифа бин Заид, д. Н1. ORCID: 0000-0002-1685-3863. E-mail: jcostley@uaeu.ac.ae



ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ НА РАЗВИТИЕ ОБРАЗОВАНИЯ EVOLUTION OF TEACHING AND LEARNING THROUGH TECHNOLOGY

DOI: 10.22363/2312-8631-2025-22-1-58-75

EDN: TAPTZO

УДК 378.2

Научная статья / Research article

Теоретические аспекты применения системы компьютерного моделирования Maple в процессе преподавания математики студентам технических вузов

А.А. Рахимов 

*Политехнический институт Таджикского технического университета имени
академика М.С. Осими, Худжанд, Республика Таджикистан*

✉ amon_rahimov@mail.ru

Аннотация. *Постановка проблемы.* В статье рассмотрены теоретические аспекты создания методической базы для преподавания высшей математики с применением компьютерной системы Maple студентам технических вузов. Математический функционал, которым обладает указанная система, позволяет расширить возможности применяемого программного обеспечения и за счет особой наглядности повысить эффективность усвоения материала. Очень часто в рамках математической подготовки используются различные средства повышения эффективности обучения, однако в педагогической практике компьютерные системы применяются крайне редко. *Методология.* В ходе исследования проведена оценка результатов образовательного процесса в техническом вузе, где преподавание высшей математики осуществляется с использованием компьютерной системы Maple. *Результаты.* Пример реализации описываемых в статье подходов показал, что применение различных компонент компьютерной системы Maple привлекает внимание опытных преподавателей, которые интересуются возможностями использования этой системы для улучшения процесса обучения в рамках осуществления образовательных программ и решения практических задач производственно-технического характера. Это свидетельствует о рациональности и уместности использования компьютерной программы Maple в технических вузах различных профилей для повышения результативности математического образования. *Заключение.* Проведенное исследование позволило выработать пути оптимального использования программы Maple для усвоения основных тем и разделов учебного курса высшей математики студентами инженерно-технических вузов. Применение компьютерной программы Maple и

© Рахимов А.А., 2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

компьютерного моделирования положительно сказалось на качестве обучения и уровне знаний студентов – будущих инженеров, что в целом позитивно повлияло на результативность получения ими образования на протяжении нескольких лет.

Ключевые слова: эффективность обучения, методика, высшая математика, компьютерное моделирование, компьютерная система Maple, технический вуз

Заявление о конфликте интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

История статьи: поступила в редакцию 18 мая 2024 г.; доработана после рецензирования 11 сентября 2024 г.; принята к публикации 23 сентября 2024 г.

Для цитирования: Рахимов А.А. Теоретические аспекты применения системы компьютерного моделирования Maple в процессе преподавания математики студентам технических вузов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2025. Т. 22. № 1. С. 58–75. <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2025-22-1-58-75>

Theoretical aspects of the method of teaching higher mathematics using the computer program Maple for students of technical universities

Amon A. Rakhimov 

*Polytechnic Institute of Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi,
Khujand, Republic of Tajikistan*
✉ amon_rahimov@mail.ru

Abstract. *Problem statement.* The article discusses theoretical aspects of building a methodological system for teaching higher mathematics using the Maple computer system for students of technical universities. The mathematical functionality possessed by this system makes it possible to expand the capabilities of the software used and, due to special clarity, increase the efficiency of learning the material. Very often, various means of improving the effectiveness of teaching are used in the framework of mathematical training, but computer systems are rarely applied in pedagogical practice. *Methodology.* In the course of the study, evaluation of the results of educational process in a technical university, where higher mathematics is taught using the Maple computer system, was carried out. *Results.* Experience of implementing the approaches described in the article has shown that the use of various components of the Maple computer system attracts attention of skilled teachers who are interested in possibilities of using this system to improve the learning process within the framework of educational programs and solving practical problems of an industrial and technical nature. This indicates the rationality and appropriateness of using the Maple computer program in technical universities of various profiles to improve the effectiveness of mathematical education. *Conclusion.* The conducted research allowed us to develop ways to optimally use the Maple program for mastering the main topics and sections of the higher mathematics course by students of engineering and technical universities. The implementation of the Maple computer program and computer modeling had a beneficial effect on the quality of education and the level of knowledge of students – future engineers,

which in general had a positive impact on the effectiveness of their education for several years.

Keywords: teaching efficiency, methodology, higher mathematics, computer modeling, Maple computer system, technical university

Conflicts of interest. The author declares that there is no conflict of interest.

Article history: received 18 May 2024; revised 11 September 2024; accepted 23 September 2024.

For citation: Rakhimov AA. Theoretical aspects of the method of teaching higher mathematics using the computer program Maple for students of technical universities. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2025;22(1):58–75. <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2025-22-1-58-75>

Постановка проблемы. Современное научное сообщество все больше признает важность математики в решении широкого спектра проблем. Бурное развитие компьютерной техники играет ключевую роль в формировании такого отношения к математике, предоставляя все более новые и широкие возможности для применения математического аппарата в различных областях науки и техники.

Решение прикладных задач из многих областей деятельности человека сводится к решению задач в математической форме. Соответствующие операции включают в себя описание задачи на математическом языке, что требует четкого понимания сути проблемы и особых математических знаний. За счет этого в процессе исследований и решения научно-технических задач математика играет ключевую роль.

Современные вычислительные методы часто приносят удивительные результаты. То, что когда-то казалось чрезмерно трудоемким при ручном вычислении, теперь становится вполне осуществимым благодаря использованию компьютерной техники. На первый план выступают методы, которые легко реализуемы на компьютере. В связи с этим для обеспечения эффективности и точности вычислений целесообразно использовать методы, удобные для компьютерного моделирования.

Применение вычислительных средств обработки учебного материала для изучения возможностей математических методов в рамках учебного процесса технических вузов в настоящее время считается целесообразным, поскольку сводится к решению прикладных задач в инженерной практике.

За последние два десятилетия появилось и активно развивается новое фундаментальное научное направление – компьютерная математика [1]. Это направление появилось в связи с интеграцией наук, то есть с пересечением классической математики и информационных технологий. По мнению Л.К. Астафьевой и Л.Д. Емелиной, в образовательных целях системы компьютерной математики широко применяются в науке и технике. Заметно возрастает интерес к аналитическим (алгебраическим и сим-

вольным) вычислениям, обладающим более широким спектром применения, чем численные методы. Названными авторами рассмотрены такие компьютерные программы, как Maple и Mathematica, которые относятся к области компьютерной алгебры [2, с. 21].

В исследованиях различных авторов уделено внимание разнообразным аспектам преподавания высшей математики с использованием современных компьютерных технологий. Л.К. Астафьева и И.Д. Емелина описывают инновационные методы преподавания математики [2], а Ж.Б. Эргашев исследует пути оптимизации подходов к обучению математике с использованием информационных технологий [1]. В своей работе Р.С.-А. Гацаев анализирует преимущества современных методов преподавания математики в технических вузах [3].

В рамках развития подходов к обучению высшей математике А.А. Умаров, Ф. Джалилов и А.А. Рахимов [4] обращают внимание на эффективность компьютерного моделирования в обучении студентов технических специальностей. В их работах описывается методика использования математического пакета компьютерной системы Maple 17 при обучении теме «Производная и ее применение» [5]. По нашему мнению, внедрение в обучение студентов большинства информационных технологий, в том числе и компьютерной системы Maple, предоставляет преподавателям дополнительные средства, которые формируют у студентов технических вузов необходимую творческую самостоятельность в условиях кредитной технологии обучения [6].

Применение компьютерной математики в рамках реализации современного математического образования является важным направлением развития систем обучения высшей математике, включая соответствующую подготовку студентов в технических вузах. Неслучайно использование программного продукта Maple 18 становится все более актуальным при проведении учебных занятий в условиях расширяющейся информатизации.

В работе Ю.Б. Мельникова рассматриваются вопросы необходимого для применения компьютерной техники математического моделирования, включая анализ структуры и алгебру моделей, а также методику обучения построению математических моделей [7]. В свою очередь, исследование В.П. Дьяконова посвящено компьютерной математике как теоретическому направлению в аспекте его последующего практического применения [8].

В рамках настоящей статьи необходимо описать и саму программу Maple. Она представляет собой компьютерную математическую систему, предназначенную для опытных пользователей. Ранее эта программа была известна как система компьютерной алгебры, что подчеркивало значимость символьных вычислений и преобразований, которые она автоматизирует и визуализирует. Однако такое определение ограничивает область ее применения. Фактически, Maple способна быстро и эффективно

проводить не только символьные, но и численные расчеты, а также обладает достаточно качественными средствами визуализации и подготовки электронных документов.

В своей публикации В.П. Дьяконов описывает обстоятельства появления системы компьютерной алгебры Maple [9]. Она была разработана учеными К. Геддом и Г. Гонэ в 1980 г. в университете Waterloo (Канада, штат Онтарио). Их коллектив совместно с сотрудниками Высшей технической школы занимался реализацией и математической проработкой созданного продукта. С этого момента компьютерная программа Maple стала приобретать известность в профессиональной математической среде.

При этом до сих пор *существенной проблемой* является определение значимых теоретических и практических аспектов обучения математике студентов технических направлений подготовки в вузах с использованием компьютерной системы Maple. Важно исследовать методы обучения, при которых применение этой системы может на практике привести к повышению эффективности подготовки будущих инженеров.

Методология. Исследование опиралось на использование системы Maple в качестве объекта и средства обучения. В.П. Дьяконов также считает, что Maple является одним из самых эффективных компьютерных средств, обеспечивающих многоаспектную поддержку существующих курсов обучения математике. Преимуществом этой системы является эффективная обработка как простых, так и сложных вычислений. Maple – популярная компьютерная программа, которая применяется при подготовке студентов в более чем 300 ведущих университетах мира. Численность пользователей, зарегистрированных для работы с этим продуктом, превысила один миллион человек. Следует принимать во внимание, что ядро системы Maple включается во многие другие популярные математические системы, такие как MatLab и MathCad, которые базируются на обработке символьных вычислений [9, с. 27].

Программа Maple занимает ведущие позиции среди универсальных систем символьных вычислений благодаря своему интуитивно понятному интерфейсу, программированию, ориентированному на математическую логику, и выдающимся графическим возможностям. Она предоставляет пользователям среду для проведения математических исследований на разных уровнях сложности, позволяя привлекать различные методы решения задач и анализировать частные случаи. В результате она пользуется большой популярностью в научной среде¹ [10–12].

С помощью программы Maple можно проводить разнообразные математические, статистические и механические расчеты, а также работать с комплексными числами. Возможности и перспективы применения этого компьютерного средства достаточно широки. В его арсенале представле-

¹ *Игнатьев Ю.Г.* Математическое и компьютерное моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple: лекции для школы по математическому моделированию. Казань: Казанский университет, 2014. 298 с.

ны произведение чисел и вычисление сумм конечных и бесконечных значений. Программа дает возможность находить пределы, производные и интегралы функций от одной и нескольких переменных, определять корни алгебраических уравнений, решать системы неравенств. Она позволяет эффективно решать линейные и нелинейные алгебраические уравнения, аналитически и численно находить корни дифференциальных уравнений и их систем, а также результативно решать уравнения с частными производными.

В научных публикациях Г.А. Султановой, Ю.С. Руслановой и С.В. Кабина показана доступность специальных пакетов, процедур для решения задач линейной алгебры, аналитической геометрии, векторной алгебры, тензорной алгебры, комбинаторики, дискретной математики, теории чисел, теории вероятностей, математической статистики. Описываемая система предоставляет возможности для реализации эффективных методов вычислений, интерполяции и экстраполяции функций, решения задач оптимизации, финансовой математики, интегрирования функций. Ее можно задействовать при подготовке студентов в рамках вышеуказанных и многих других разделов курса математического анализа [13].

Компьютерная программа Maple 18, выступающая в качестве средства в рамках проведения описываемого исследования, представляет собой интегрированную систему, объединяющую в себе разнообразные подсистемы и функции, как показано на рис. 1.



Рис. 1. Компоненты компьютерной программы Maple

Источник: создано А.А. Рахимовым.

Figure 1. Sections of the Maple software package

Source: created by Amon A. Rakhimov.

Имеются различные версии системы Maple. Одной из них является Maple 18, благодаря которой появилась возможность работать с многими компьютерными пакетами, в том числе – Finance, Linear Algebra, Statistic and Probability, Optimization, Programming, Connectivity, Curve Fitting, Differential Equations, Discrete Mathematics и многими другими. «Основным достижением программы Maple 18 и ее преимуществом является ускоренное вычисление с большими матрицами, числами, а также доступность алгоритмов матричных вычислений групп NAG (Numbering Algorithms Group)» [9, с. 28].

На наш взгляд, в рамках обучения студентов технических специальностей (в первую очередь, связанных с информационными технологиями и высшей математикой), применение компьютерной системы Maple 18 может позволить обеспечить более высокую эффективность освоения учебного материала большинства математических дисциплин. К примеру, для будущих программистов актуальным и своевременным станет изучение высшей математики на основе применения новейших компьютерных систем. Параллельно с этим важно использование компьютерных средств в обучении узкоспециальным дисциплинам, что даст возможность освоить теоретические основы информатизации в области практической профессиональной деятельности. В рамках такого подхода изучение высшей математики приобретает дополнительные взаимосвязи с изучением программирования.

Важно учитывать, что у студентов технических специальностей вузов с течением времени повышается интерес к изучению высшей математики. Такая тенденция особенно характерна для студентов, которые выбирают компьютерные направления подготовки.

В политехническом институте города Худжанда преподавательский состав кафедры высшей математики и физики активно внедряет компьютерные программы на занятиях по высшей математике. Эта инициатива с 2012 г. принадлежит доцентам С.Г. Гуломнабиеву, А.А. Рахимову и Р.М. Исомаддиновой. В дальнейшем такая инициатива была поддержана старшими преподавателями Д.М. Мирзоевой и М.М. Рахматуллаевой. Для соответствующей подготовки студентов разработаны методические пособия и практикумы для проведения практических занятий по высшей математике с применением компьютерных программ, в том числе с программой Maple 18 [14].

Предлагаемые подходы к применению названной компьютерной программы в рамках проведения практических занятий, самостоятельной работы студентов, а также для освоения учебных материалов на лекциях схематично показаны на рис. 2.

Таким образом, процесс освоения учебных материалов с использованием исследуемой компьютерной программы состоит из изучения теоретических материалов (основная математическая база) на лекционных занятиях, анализа примеров и решения задач на практических занятиях,

выполнения заданий по вариантам в рамках самостоятельной работы с применением компьютерной системы Maple 18. При изучении раздела «Линейная алгебра» все материалы, касающиеся этого раздела (теории матриц, определителей, системы линейных алгебраических уравнений, основ матричного анализа) изучаются с помощью программы Maple 18,

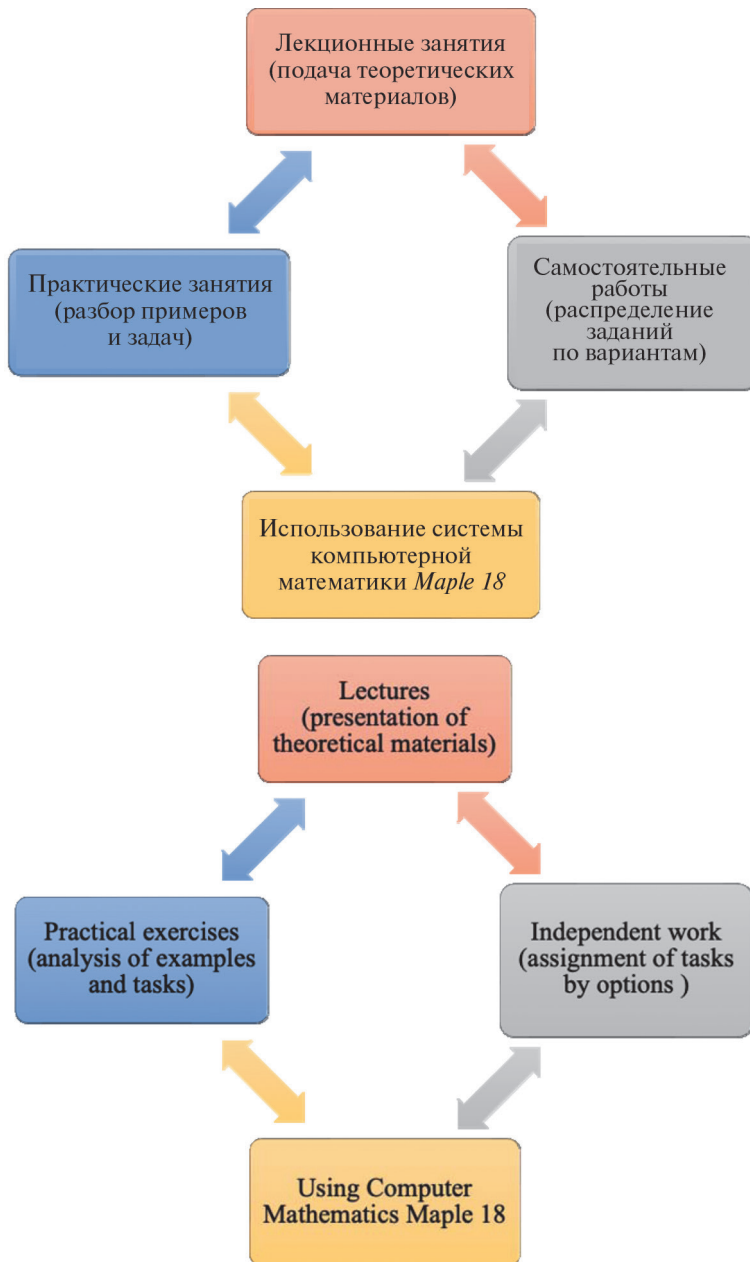


Рис. 2. Схема освоения учебных материалов на занятиях и в рамках самостоятельной работы

Источник: создано А.А. Рахимовым.

Figure 2. Mastering educational materials in the classroom and in the framework of independent work

Source: created by Amon A. Rakhimov.

пакета Linear Algebra (Determinant, Matrix, Inverse Matrix, Minor, Rank) и некоторых других средств. Преподаватели применяют специальные методы обучения, основанные на связях математической подготовки с изучением и применением компьютерной техники. При этом интерес студентов к обоим видам обучения заметно возрастает.

На практических занятиях по высшей математике студентами закрепляется основной материал по определенным книгам или практикумам. По завершении обучения решенные ими задачи обрабатываются с помощью компьютерной программы Maple 18.

Пример. Вычислить определитель четвертого порядка с использованием метода приведения его к диагональному виду или понижением до второго порядка:

$$\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 8 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 2 \\ 4 & 2 & 4 & 1 \end{vmatrix}.$$

Решение. Этот определитель можно вычислить путем его преобразований на основании свойств:

$$\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 8 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 2 \\ 4 & 2 & 4 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & -1 & 6 & 1 \\ 3 & -1 & -2 & -1 \\ 4 & -2 & 0 & -3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -1 & 6 & 1 \\ -1 & -2 & -1 \\ -2 & 0 & -3 \end{vmatrix} = \\ = \begin{vmatrix} -1 & 6 & 1 \\ 0 & -8 & -2 \\ 0 & -12 & -5 \end{vmatrix} = (-1) \begin{vmatrix} -8 & -2 \\ -12 & -5 \end{vmatrix} = -16.$$

Ответ: -16

Применим компьютерную программу Maple 18 для решения этой задачи. Порядок взаимодействия с этой программой показан на рис. 3.

Далее в рамках формирования нового документа вводятся необходимые числовые данные, происходит выбор библиотеки линейной алгебры (при помощи компьютерного пакета Linear Algebra вводятся элементы матрицы) (рис. 4).

После того, как введены все необходимые данные определителя матрицы в среде программы Maple 18, появляется возможность для фиксации с ее помощью основных правил и функций. Например, для вычисления детерминанта квадратной матрицы используется функция Determinant (Matrix). Последовательность выполнения описываемого задания показана на рис. 5.

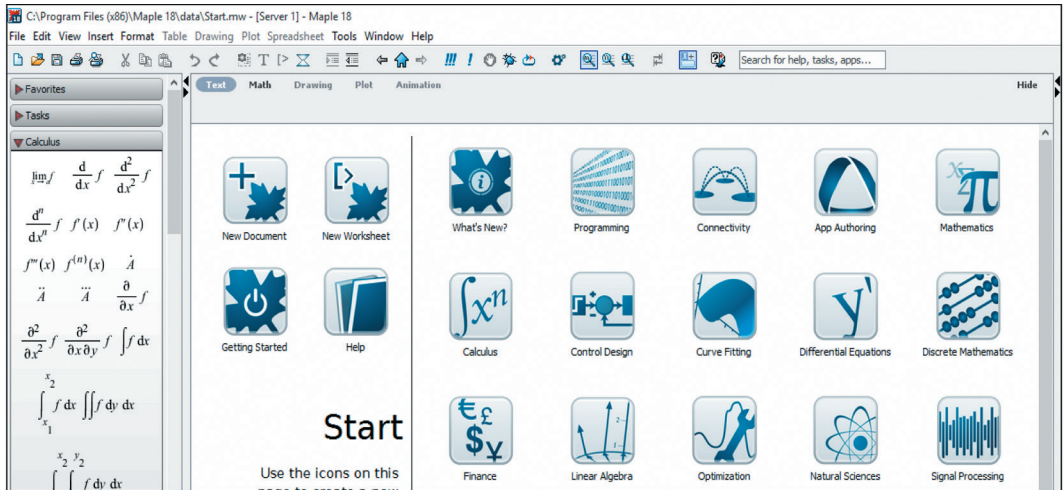


Рис. 3. Применение программы Maple 18

Источник: подготовлено А.А. Рахимовым.

Figure 3. Launching the Maple 18 program

Source: prepared by Amon A. Rakhimov.

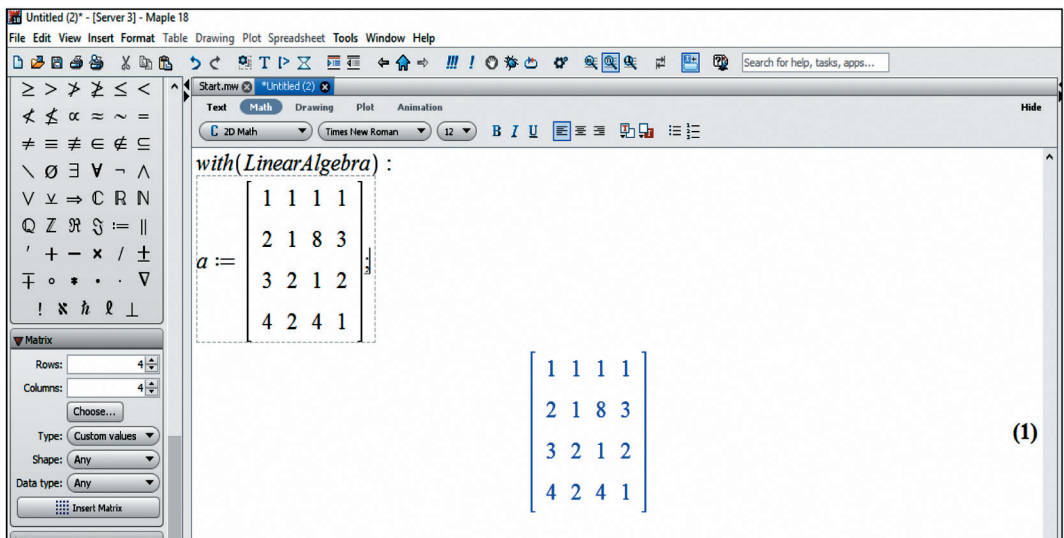


Рис. 4. Ввод элементов определителя матрицы четвертого порядка в компьютерной программе Maple 18

Источник: подготовлено А.А. Рахимовым.

Figure 4. Entering elements of the 4th-order matrix determinant in the Maple 18 program environment

Source: prepared by Amon A. Rakhimov.

Кроме вышеуказанного способа, в компьютерной программе Maple 18 предусмотрена и другая возможность вычисления детерминанта матрицы, что продемонстрировано на рис. 6.

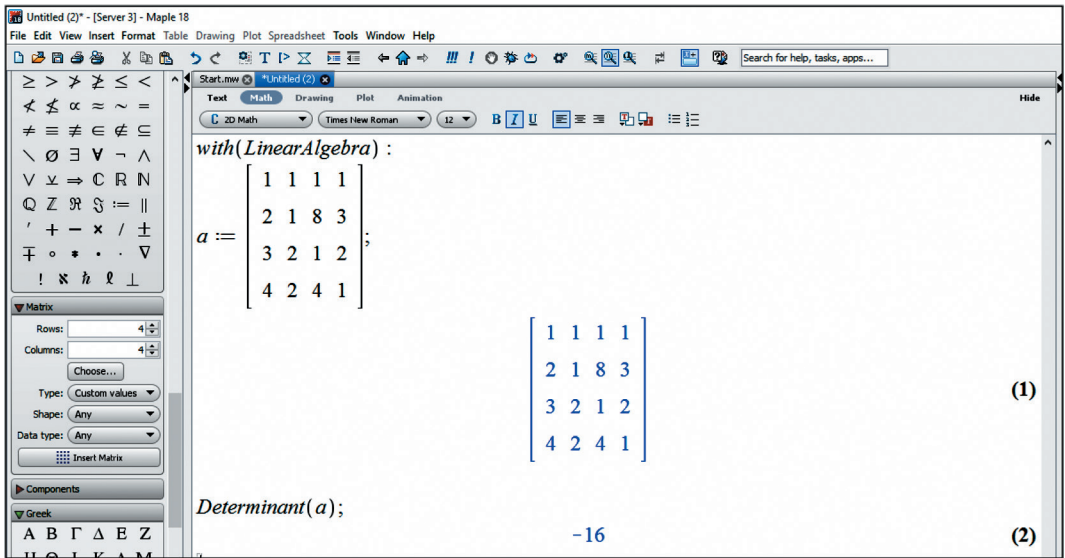


Рис. 5. Вычисление определителя матрицы в компьютерной программе Maple 18
 Источник: подготовлено А.А. Рахимовым.

Figure 5. Calculations of the matrix determinant in the Maple 18 program environment
 Source: prepared by Amon A. Rakhimov.

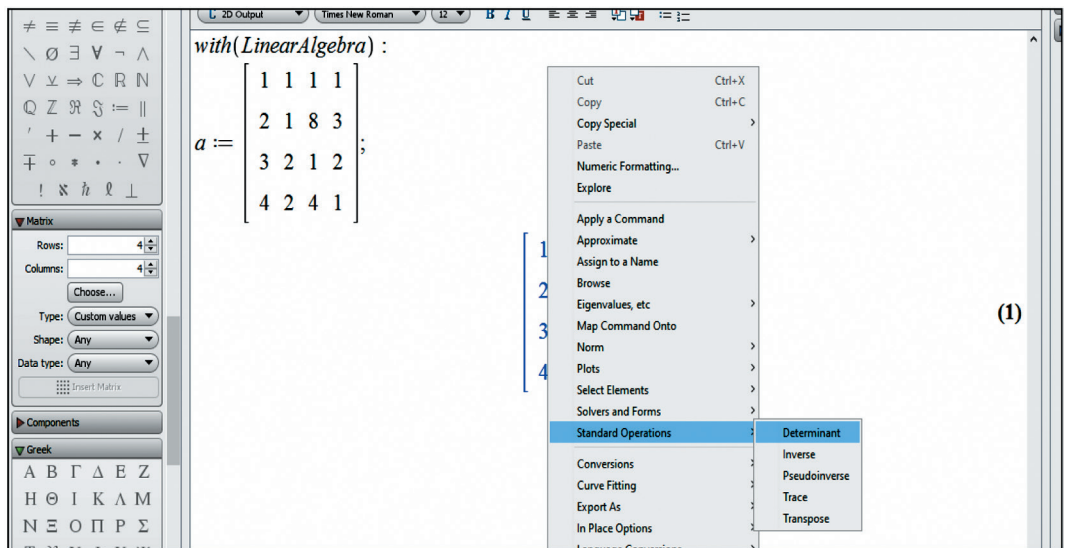


Рис. 6. Дополнительный способ вычисления детерминанта матрицы
 в компьютерной программе Maple 18

Источник: подготовлено А.А. Рахимовым.

Figure 6. An additional way to calculate the determinant of matrix
 in the Maple 18 program environment

Source: prepared by Amon A. Rakhimov.

Подобными способами можно провести многие практические занятия по высшей математике. По окончании таких занятий студенты получают задания для самостоятельной работы, которые выполняются без непосредственного участия преподавателя.

Результаты и обсуждение. Для подтверждения эффективности предлагаемых подходов и получения результатов для обсуждения был проведен педагогический эксперимент. В нем приняли участие студенты двух групп: 1-25.01.07 (р) А – «Экономика и управление предприятиями» (экспериментальная группа) и 1-25.01.04 (р) А – «Финансы и кредит» (контрольная группа). Эти студенты обучались высшей математике с применением и без применения компьютерной программы Maple 18. Полученные результаты представляют интерес для настоящего исследования.

Было выявлено, что внедрение технологии обучения высшей математике с применением системы Maple 18 положительно изменило эффективность освоения материала. На итоговом экзамене большая часть (97,14 %) студентов группы 1-25.01.07 получила высокие баллы, в то время как лишь малая часть (2,86 %) с заданиями не справилась (рис. 7).

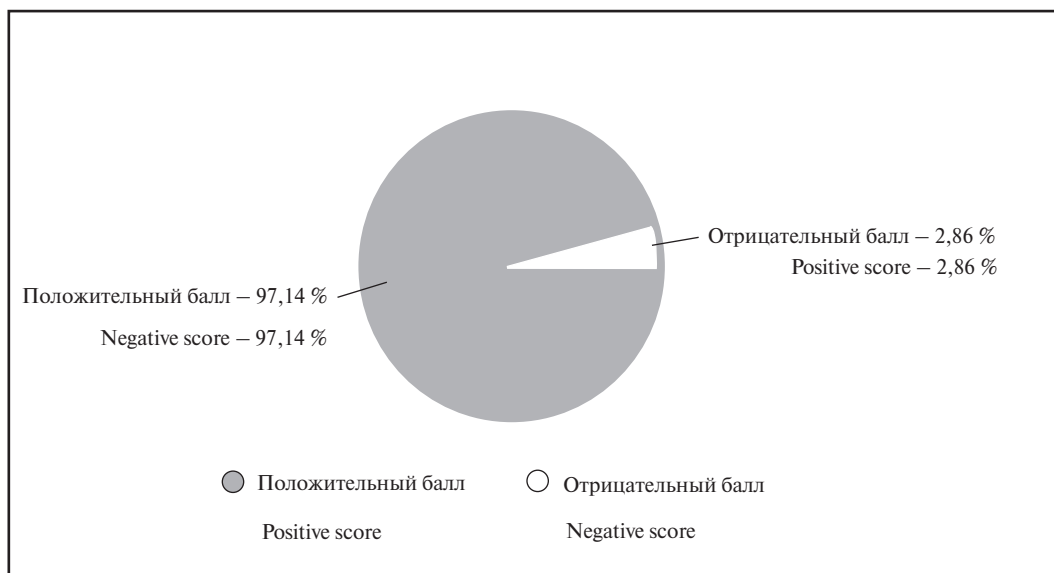


Рис. 7. Результаты итогового экзамена по высшей математике, показанные группой 1-25.01.07 (р) А

Источник: составлено А.А. Рахимовым.

Figure 7. Results of the final exam in higher mathematics of group 1-25.01.07 (r) A

Source: compiled by Amon A. Rakhimov.

Достаточно высокие результаты обучения обусловлены тем, что в этой студенческой группе занятия проводились с использованием компьютерной программы Maple 18.

Нижеприведенная диаграмма отражает результаты сравнительного анализа успеваемости студентов контрольной и экспериментальной групп за первый семестр учебного года по предмету «Высшая математика». Показаны баллы по данной дисциплине на итоговом экзамене в условиях активного применения компьютерной программы Maple 18 (рис. 8).

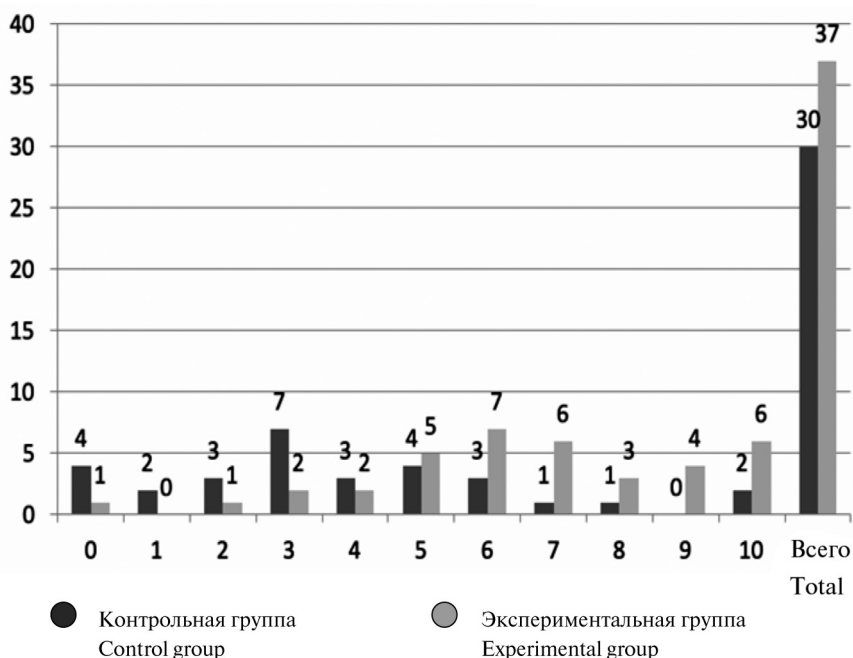


Рис. 8. Результаты сравнительного анализа успеваемости студентов по итогам обучения высшей математике

Источник: составлено А.А. Рахимовым.

Figure 8. Comparative analysis of students' academic performance in higher mathematics

Source: compiled by Amon A. Rakhimov.

В таблице отображено количество студентов из групп, которые участвовали в экспериментальном исследовании и получили в результате соответствующие баллы.

Результаты итогового экзамена студентов контрольной и экспериментальной групп

Баллы	Численность студентов контрольной группы	Численность студентов экспериментальной группы
0	4	1
1	2	0
2	3	1
3	7	2
4	3	2
5	4	5
6	3	7
7	1	6
8	1	3
9	0	4
10	2	6
Всего	30	37

Источник: составлено А.А. Рахимовым.

**Results of the final exam of students of the control
and experimental groups**

Score	The number of students in control group	The number of students in experimental group
0	4	1
1	2	0
2	3	1
3	7	2
4	3	2
5	4	5
6	3	7
7	1	6
8	1	3
9	0	4
10	2	6
Total	30	37

Source: compiled by Amon A. Rakhimov.

Следует обратить внимание на то, что численность студентов, которые получили высший балл по десятибалльной системе оценок на итоговом экзамене по окончании первого семестра, существенно превысила количество студентов, обучавшихся без внедрения обсуждаемой компьютерной системы в рамках проведения практических занятий. Данный эксперимент является доказательством получения студентами нужных при обучении в технических вузах знаний, умений и навыков, которые значимы в том числе и для дальнейшей профессиональной подготовки.

Описанное в статье исследование было нацелено на изучение теоретических и прикладных аспектов реализации методики обучения высшей математике с применением компьютерной программы Maple 18 студентов технических вузов. Параллельно изучались возможности для развития необходимых для профессиональной деятельности способностей студентов в рамках обучения соответствующим курсам. Проведенное исследование подтвердило эффективность преподавания высшей математики с использованием систем компьютерного моделирования. Эксперимент доказал, что поставленная цель была достигнута. Индивидуализация работы студентов в рамках обучения математике с использованием систем компьютерного моделирования существенно повысила эффективность овладения знаниями и умениями, необходимыми для решения технических задач и выполнения заданий, характерных для последующей работы в технической сфере.

Кроме того, учет полученных результатов в рамках подготовки студентов в техническом вузе способствует повышению общего уровня знаний, умений и навыков будущих специалистов, что значимо для

формирования у них общепрофессиональной и профессиональной компетентностей.

Заключение. Внедрение современных образовательных технологий, в том числе компьютерных, в процесс обучения высшей математике в технических вузах может существенно повысить эффективность и структурно изменить роль преподавателя на учебных занятиях. Применение компьютерной программы Maple 18 в рамках учебного процесса расширяет представление студентов о цифровых источниках информации как средстве повышения эффективности собственной подготовки. Использование таких программ способствует более качественному изучению всего курса высшей математики в соответствии с учебной программой без каких-либо ограничений.

В ходе исследования, описанного в настоящей статье, применение компьютерных программ осуществлялось на лабораторно-практических занятиях со студентами технического вуза. Благодаря проведенным педагогическим измерениям была определена степень усвоения теоретического материала дисциплины. Теоретические знания были значимы для студентов при решении математических задач различного уровня, при ответах на вопросы преподавателя, а также при составлении информационных и математических моделей в ходе решения задач.

Исследование позволило сделать следующие основные выводы.

1. Предложенные усовершенствованные методы использования компьютерного моделирования в рамках обучения высшей математике в техническом вузе в сочетании с разработанной системой заданий способствуют повышению уровня математических знаний и умений студентов.

2. Целесообразность применения программы для компьютерного моделирования при обучении высшей математике в техническом вузе обуславливается необходимостью создания условий для вовлечения студентов в активное обучение и творчество, что является крайне важным для специалистов технического профиля.

3. В результате применения компьютерной программы Maple 18 в системе подготовки по математике студентов технического вуза у них формируются значимые умения в области уместного применения компьютерного моделирования в профессиональной практической деятельности.

4. Компьютерное моделирование становится одним из основных источников приобретения знаний современными специалистами в технических вузах, а результаты соответствующего обучения широко используются в дальнейшем в ходе исследований в профессиональной сфере.

Внедрение компьютерной программы Maple 18 в учебно-исследовательскую деятельность студентов вузов при обучении высшей математике

в рамках лекционных, практических и самостоятельных занятий положительно влияет на освоение большинства компетенций, значимых для профессиональной деятельности специалистов технической сферы.

Список литературы

- [1] *Эргашев Ж.Б.* Пути оптимизации преподавания высшей математики с применением информационных технологий // Молодой ученый. 2013. № 8 (55). С. 450–452. <https://moluch.ru/archive/55/7504/>
- [2] *Астафьева Л.К., Емелина И.Д.* Компьютерные технологии в преподавании математики // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 13. С. 260–263.
- [3] *Гацаева Р.С.-А.* Современные методы преподавания математики в техническом вузе // Тенденции развития науки и образования. 2021. № 74-5. С. 49–51.
- [4] *Рахимов А.А.* Компьютерная система *Maple* как средство формирования творческой самостоятельности в обучении высшей математике студентов технических вузов в условиях кредитной технологии обучения // Вестник Таджикского национального университета. Серия: Естественные науки. 2017. № 1/4. С. 57–60.
- [5] *Рахимов А.А.* Методика использования математического пакета MAPLE 17 при изучении темы «Производная и ее применение» в курсе высшей математики для студентов технического вуза // Известия Тульского государственного университета. Серия: Технические науки. 2020. Вып. 11. С. 308–313.
- [6] *Рахимов А.А.* Компьютерное моделирование как один из способов повышения эффективности обучения по высшей математике в техническом вузе // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. 2023. Т. 29. № 2. С. 132–143.
- [7] *Мельников Ю.Б.* Математическое моделирование: структура, алгебра моделей, обучение построению математических моделей: монография. Екатеринбург: Уральское издательство, 2004. 384 с.
- [8] *Дьяконов В.П.* Компьютерная математика: теория и практика. М.: Нолидж, 2001. 1296 с.
- [9] *Дьяконов В.П.* Maple 10/11/12/13/14 в математических расчетах. М.: ДМК Пресс, 2011. 800 с.
- [10] *Байболотов Б.А., Сагынтай кызы Н., Усонбаева К., Орозбаева Н.* Использование системы компьютерной символьной математики Maple в средней школе // Известия ВУЗов Кыргызстана. 2019. № 5. С. 124–126.
- [11] *Kalimbetov B.T., Safonov V.F., Tuychiev O.D.* Systems of integral equations with a degenerate kernel and an algorithm for their solution using the Maple program // Bulletin of the Karaganda University. Series: Mathematics. 2022. No. 4 (108). P. 60–75. <https://doi.org/10.31489/2022M4/60-75>
- [12] *Vahgat M.* General Maple code for solving scalar linear neutral delay differential equations // Sohag Journal of Sciences. 2023. Vol. 8. Issue 2. P. 209–215.
- [13] *Султанова Г.А., Рузляева Ю.С., Кабина С.В.* Преподавание математики для студентов высших учебных заведений: плюсы и минусы компьютерной системы Maple при вычислении интегралов // Материалы Второй международной научно-практической конференции «Современные проблемы обучения математике, физике и информатике в средней и высшей школе». Душанбе: Алвон, 2019. С. 76–80.

- [14] Рахимов А.А. Использование компьютерного моделирования в процессе обучения алгебре студентов технических направлений // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. 2024. № 1 (88). С. 49–61. <https://doi.org/10.69571/SSPU.2024.88.1.023>

References

- [1] Ergashev ZhB. Ways to optimize the teaching of higher mathematics with the use of information technologies. *Young Scientist*. 2013;8(55):450–452. (In Russ.) <https://moluch.ru/archive/55/7504/>
- [2] Astafyeva LK, Emelina ID. Computer technologies in teaching mathematics. *Bulletin of Kazan Technological University*. 2013;16(13):260–263. (In Russ.)
- [3] Gatsaeva RS-A. Modern methods of teaching mathematics at a technical university. *Trends in the Development of Science and Education*. 2021;74-5:49–51. (In Russ.)
- [4] Rakhimov AA. Computer system of *Maple* as a means of forming creative independence in teaching higher mathematics to students of technical universities in the context of credit learning technology. *Bulletin of the Tajik National University. Series: Natural Sciences*. 2017;1/4:57–60. (In Russ.)
- [5] Rakhimov AA. The methodology of using the MAPLE 17 mathematical package when studying the topic “Derivative and Its Application” in the course of higher mathematics for students of a technical university. *Izvestiya Tula State University. Series: Technical sciences*. 2020;11:308–313. (In Russ.)
- [6] Rakhimov AA. Computer modeling as one of the ways to improve the effectiveness of higher mathematics education in a technical university. *Vestnik of Kostroma State University. Series: Pedagogy. Psychology. Sociokinetics*. 2023;29(2):132–143. (In Russ.)
- [7] Melnikov YuB. *Mathematical modeling: structure, algebra of models, teaching the construction of mathematical models: monograph*. Yekaterinburg: Ural Publ.; 2004. (In Russ.)
- [8] Dyakonov VP. *Computer mathematics: theory and practice*. Moscow: Knowledge; 2001. (In Russ.)
- [9] Dyakonov VP. *Maple 10/11/12/13/14 in mathematical calculations*. Moscow: DMK Press; 2011. (In Russ.)
- [10] Bajbolotov BA, Sagyntaj kyzy N, Usonbaeva K., Orozbaeva N. Using computer symbolic mathematic system *Maple* in secondary school. *Izvestiya VUZov Kyrgyzstana*. 2019;5:124–126. (In Russ.)
- [11] Kalimbetov BT, Safonov VF, Tuychiev OD. Systems of integral equations with a degenerate kernel and an algorithm for their solution using the *Maple* program. *Bulletin of the Karaganda University. Series: Mathematics*. 2022;4(108):60–75. <https://doi.org/10.31489/2022M4/60-75>
- [12] Bahgat M. General *Maple* code for solving scalar linear neutral delay differential equations. *Sohag Journal of Sciences*. 2023;8(2):209–215.
- [13] Sultanova GA, Ruzlyayeva YuS, Kabin SV. Teaching mathematics for students of higher educational institutions: pros and cons of the *Maple* computer system for calculating integrals. In: *Proceedings of the Second International Scientific and Practical Conference “Modern problems of teaching Mathematics, Physics and Computer Science in secondary and higher education”*. Dushanbe: Alvon; 2019. p. 76–80. (In Russ.)
- [14] Rakhimov AA. The use of computer modeling in the process of teaching algebra to students of technical field. *Surgut State Pedagogical University Bulletin*. 2024;1(88):49–61. (In Russ.) <https://doi.org/10.69571/SSPU.2024.88.1.023>

Сведения об авторе:

Рахимов Амон Акпарович, кандидат педагогических наук, доцент кафедры высшей математики и физики, факультет информатики и энергетики, Политехнический институт, Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, Республика Таджикистан, 735700, Худжанд, пр. Исмаила Сомони, д. 226. ORCID: 0000-0003-2075-44. E-mail: amon_rahimov@mail.ru

Bio note:

Amon A. Rakhimov, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor at the Department of Higher Mathematics and Physics, Faculty of Computer Science and Energy, Polytechnic Institute, Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, 226 Ismail Somoni Avenue, Khujand, 735700, Republic of Tajikistan. ORCID: 0000-0003-2075-44. E-mail: amon_rahimov@mail.ru


DOI: 10.22363/2312-8631-2025-22-1-76-88

EDN: TDYBYR

UDC 378.1

Research article / Научная статья

Developing structural component of computational thinking using the algorithmic primitives method

Irina V. Bazhenova¹, Margarita M. Klunnikova¹, Nikolay I. Pak²¹*Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation*²*Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk, Russian Federation*apkad@yandex.ru

Abstract. *Problem statement.* A modern specialist necessary quality is structural thinking, a skill with which a person is able to decompose a complex task into subtasks and create integral structures from a set of elements. The goal of the study is to substantiate the algorithmic primitives method to create a methodology for the development of a structural component of students' computational thinking in the cluster of disciplines "Programming – Numerical Methods – Information Technologies in Education". *Methodology.* The algorithmic primitives method is based on introduction of the concept "algorithmic primitive" understood as a template for an algorithm for solving elementary problems, from the set of which algorithms for solving complex problems can be built. Creation of the primitive is carried out with the use of mental schemes of subject area. Such an approach allows to automate practically all stages of training and to create e-learning tools. *Results.* The algorithmic primitives method for solving problems of various levels of complexity in the cluster of disciplines "Programming – Numerical Methods – Information Technologies in Education" is justified and implemented into educational practice. The training database of algorithmic primitives for e-courses in these disciplines has been created. *Conclusion.* The method of algorithmic primitives significantly facilitates teaching students to solve problems and contributes to the development of structural component of computational thinking.

Keywords: algorithmic primitive, structural thinking, mental scheme, cluster of disciplines

Author's contribution. The authors contributed equally to this article.

Conflicts of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

Funding. The research was carried out with the support of Krasnoyarsk Regional Fund of Science and Technology Support within the framework of the project No. 2021012106985 "Formation and development of students' computational thinking based on automated and cognitive learning tools".

© Bazhenova I.V., Klunnikova M.M., Pak N.I., 2025




This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Article history: received 16 July 2024; revised 28 August 2024; accepted 14 September 2024.

For citation: Bazhenova IV, Klunnikova MM, Pak NI. Developing structural component of computational thinking using the algorithmic primitives method. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2025;22(1):76–88. <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2025-22-1-76-88>

Развитие структурного компонента вычислительного мышления с использованием метода алгоритмических примитивов

И.В. Баженова¹, М.М. Клунникова¹, Н.И. Пак²

¹Сибирский федеральный университет, Красноярск, Российская Федерация
²Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, Красноярск, Российская Федерация
apkad@yandex.ru

Аннотация. *Постановка проблемы.* Необходимым качеством современного специалиста является структурное мышление – навык, с помощью которого человек способен проводить декомпозицию сложной задачи на подзадачи и создавать целостные структуры из набора элементов. Цель исследования заключается в обосновании метода алгоритмических примитивов для создания методики развития структурного компонента вычислительного мышления студентов в кластере дисциплин «Программирование – Численные методы – Информационные технологии в образовании». *Методология.* Метод алгоритмических примитивов основан на введении понятия «алгоритмический примитив», под которым понимается шаблон алгоритма решения элементарных задач, из совокупности которых можно строить алгоритмы для решения сложных задач. Создание примитива осуществляется с использованием ментальных схем предметной области. Такой подход позволяет автоматизировать практически все этапы обучения и создавать электронные средства обучения. *Результаты.* Обоснован и внедрен в учебный процесс метод алгоритмических примитивов для решения задач различного уровня сложности в кластере дисциплин «Программирование – Численные методы – Информационные технологии в образовании». Создана учебная база алгоритмических примитивов для электронных курсов по данным дисциплинам. *Заключение.* Метод алгоритмических примитивов существенно облегчает работу преподавателя по обучению студентов решению задач и способствует развитию у них структурного компонента вычислительного мышления.

Ключевые слова: алгоритмический примитив, структурное мышление, ментальная схема, кластер дисциплин

Вклад авторов. Все авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование выполнено при поддержке Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности в рамках

реализации проекта № 2021012106985 «Формирование и развитие вычислительного мышления обучаемых на основе автоматизированных и когнитивных средств обучения».

История статьи: поступила в редакцию 16 июля 2024 г.; доработана после рецензирования 28 августа 2024 г.; принята к публикации 14 сентября 2024 г.

Для цитирования: *Bazhenova I.V., Klunnikova M.M., Pak N.I.* Developing structural component of computational thinking using the algorithmic primitives method // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2025. Т. 22. № 1. С. 76–88. <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2025-22-1-76-88>

Problem statement. The world around us appears to us as a whole in which its individual parts are distinguished. The fundamental knowledge of matter and the ordering of its chaos make the “part – whole” construction the most important in the structural and systemic construction of the general world picture and human behavior in it. Currently, due to the digitalization of society, there are new requirements for modern specialists for high-tech areas of the economy. For example, they need skills related to dividing a common task into subtasks; planning the stages and timing of their activities; searching for necessary and relevant information; understanding sequential, parallel and nondeterministic (intuitive) actions. Such skills in a person are to a greater extent provided by his / her structural thinking. Structural thinking is the ability to identify connections between objects and the ways they interact with each other. Structural thinking views entities as being part of a larger whole [1].

The person structural thinking should be formed in childhood and continuously developed at school and university, so the person learns to see “the particular in the whole” and “the whole in the particular”. One of the ways to develop structural thinking is the Barbara Minto pyramid method, used in communications – business correspondence and speaking, consulting, and in many other fields [2].

Many teachers use techniques for developing structural thinking in their educational practice, for example [3–5]. But there is no generally recognized methodology for the systematic development of structural thinking in the disciplines training process. This applies, among other things, to teaching mathematics and programming, which require advanced structural thinking. Perhaps the exception is some construction and technology disciplines, including art and graphics, where graphical primitives (parts) are explicitly used, allowing the construction of complex objects (whole). Indeed, the use of elementary template structures in the form of object or conceptual primitives for building a complex project structure or solving a problem fully implements the principle of “part – whole”.

Structural thinking can be considered as a component of computational thinking, a necessary skill of a modern specialist [6]. In this regard, it is of interest to model teaching methods for disciplines based on the training primitives

database development used to solve complex problems. The article goal is to justify and develop the algorithmic primitives method to create the methodology for the development students' structural thinking. The methodology is used in the cluster of disciplines "Programming – Numerical Methods – Information Technologies in Education", which is discussed in detail by the authors in [7].

Research objectives:

- to identify the essence of structural component of computational thinking and analyze ways of its development in the subject teaching of students;
- to develop examples of algorithmic primitives to solve problems in the courses "Programming" and "Numerical Methods";
- to develop the algorithmic primitives method for teaching students to solve computational-algorithmic problems;
- to outline the frame of methodology for development of structural thinking of students in the cluster of disciplines.

Methodology. In March 2006, University of Pittsburgh professor Jeannette Wing coined the concept "computational thinking". From Wing's point of view [8], computational thinking is a universally applicable approach and a set of skills that modern humans use to solve problems that arise in all areas of human activity using computer technology. Later, clarifying the definition, she identified two important educational aspects that consider computational thinking as a thought process independent of technology, and as a special way of solving problems involving a person, a computer, or a combination of them.

Wing's concept has sparked widespread discussion among educational scientists around the world about the nature of computational thinking and its implications for education in general. The most cited definition is proposed by specialists from the Royal Academy of Engineering in Great Britain [9]: "Computational thinking is the process of recognizing aspects of computation in the world that surrounds us, and applying tools and techniques from Computer Science to understand and reason about both natural and artificial systems and processes".

The Association of Teachers of Computer Science and the International Society for Technology in Education (CSTA & ISTE) has formulated a definition that highlights the practical operations that make up computational thinking [10]:

- formulating problems in a way that enables us to use a computer and other tools to help solve them;
- logically organizing and analyzing data;
- representing data through abstractions such as models and simulations;
- automating solutions through algorithmic thinking (a series of ordered steps);
- identifying, analyzing, and implementing possible solutions with the goal of achieving the most efficient and effective combination of steps and resources;
- generalizing and transferring this problem-solving process to a wide variety of problems.

Different authors identify a wide range of skills related to the development of computational thinking, the key ones are problem decomposition, pattern recognition, abstraction, and algorithmization. In fact, pattern recognition and the ability to divide complex problems into simpler ones constitute structural thinking, which allows us to distinguish structural thinking as one of the components of computational thinking. At the same time, structural thinking can be considered as an independent type of thinking, which is widely used in a variety of fields, including everyday life [11].

Mathematics education is closely related to the development of computational and structural thinking skills. M. Gronow et al. rely on the CRIG pedagogical framework, the components of which are Connections, Recognising patterns, Identifying similarities and differences, and Generalising and Reasoning, as a tool for developing structural thinking [12]. Mason et al. consider structural thinking as knowledge and use of concepts and procedures in solving mathematical problems [13]. H.Y. Durak and M. Saritepeci in their study showed that to a greater extent the development of computational thinking skills depends on “thinking styles, academic success in mathematical class, attitude against mathematical class” [14].

The process of structural thinking consists of generation of ideas and structuring itself, i. e. first there is a process of data collection, and then there is an analysis of the data.

In the article [15], the authors propose to consider the decomposition of problems into subproblems as a process consisting of the following stages:

- categorization of potential elements: identifying the basic elements and defining the relationships between the elements;
- choosing a strategy for the chosen decomposition: analysis of means and goals, bottom-up analysis method, multivariate statistical analysis, etc. [16];
- iterative evaluation of usefulness of a particular decomposition.

By highlighting this process, it is possible to analyze which types of categorization or strategies experts use and how to develop the students' ability to think structurally in a more targeted way.

In our opinion, the most promising is the pyramid principle developed by Barbara Minto. The essence of the method is to divide the problem into parts in such a way that the pyramid top is the main question, and the next levels include disjoint ideas that create the entire possible range of solutions to the problem. Further, each idea is detailed until a specific solution is built. If the person is not proficient in the topic, the pyramid uses a decision tree based on arguments and statements that answer the question “How?”. If the person is an expert in the field, a hypothesis tree is built, in which case the problem is to prove or disprove the hypothesis, i. e. to answer the question “Why is it so?” or “Why is it necessary?”. Usually these two approaches are combined.

Let us introduce the concept “algorithmic primitive”, which we will understand as a template of an algorithm for solving elementary problems, from the set of which we can build algorithms for complex problems.

From this definition follows the hierarchical-network structure of the system of such primitives and the expediency of distinguishing basic and composite ones among them.

It should be specified that, for example, in programming, algorithmic primitives are not identical to the basic algorithmic constructions (sequence, branching, loop). In most cases, a primitive is expressed through an algorithmic construct or a combination of them. Let us consider a set of basic algorithmic primitives for solving some typical algorithmic and computational problems:

1. Organization of the counter of variables or objects. In algorithmic language, it is written as $i := i + 1$. At the same time, in programming languages where there is an increment operation (for example, C/C++), the counter is implemented through an increment.

2. Exchange of values of two variables using a buffer variable.

3. Checking the multiplicity of a number, for example, the evenness of a number.

4. Summing a numeric sequence without using an array.

5. The product of numerical sequence elements.

6. Finding the maximum / minimum in a sequence of numbers / objects.

7. Iteration of array elements using a loop with a counter.

8. Using the flag – a boolean / integer variable for the case of non-fulfillment / fulfillment of a given condition in the problem statement. For example, you need to write all negative elements of the original array to another array. If they are absent, changing the state of the flag will allow you to avoid incorrect actions and print the corresponding message.

An example of a composite algorithmic primitive can be the problem of summing even array elements (superposition of primitives 7, 3, 4, 8).

Using basic and composite algorithmic primitives it is possible to build real algorithms for solving computational problems and data processing problems, for example, realization of array sorting methods, numerical methods for solving systems of linear and nonlinear equations, optimization problems, etc. In this connection, it seems reasonable to create groups (complexes) of basic and composite primitives to solve certain classes of problems.

Unlike the method of structural programming, where the control structures are basic algorithmic constructions (sequence, branching, loop), and on the basis of which algorithms for solving problems are constructed by superposition, in the proposed method the control structures are algorithmic primitives. At the same time, they facilitate the initial planning of the structural construction of problem-solving algorithm first on the usual language level, then in the program code.

Let's consider the example of building an algorithm for sorting a one-dimensional numeric array of 10 elements in descending order. For problems of this class, we will form a set of primitives:

1) counter;

2) input of array elements;

- 3) initialization of array's elements with random numbers;
- 4) output of array's elements on the display;
- 5) finding the maximum element and its number among the array's elements of the unordered part of the array;
- 6) exchange of values of two variables.

A verbal structured solution to the problem may look like this: first, we find the maximum element and put it in the place of the first element (exchange them), then we find the maximum element in the array, starting from the second element, and replace the second with the maximum, then we repeat this procedure until the last element:

1. We initialize the required array $A[1..10]$ with boundaries from 1 to 10 (primitive 2 or 3).
2. Set counter = 1.
3. Find the maximum element in the array from $A[K]$ to $A[10]$ (primitive 5, gives the number of the maximum element T).
4. Exchange of values $A[K]$ and $A[T]$ (primitive 6).
5. Counter $K = K + 1$ (primitive 1).
6. Repeat steps 3), 4), 5), until $K < 10$.
7. We display the final array (primitive 4).

A possible mental scheme for solving this problem is presented in Figure 1.

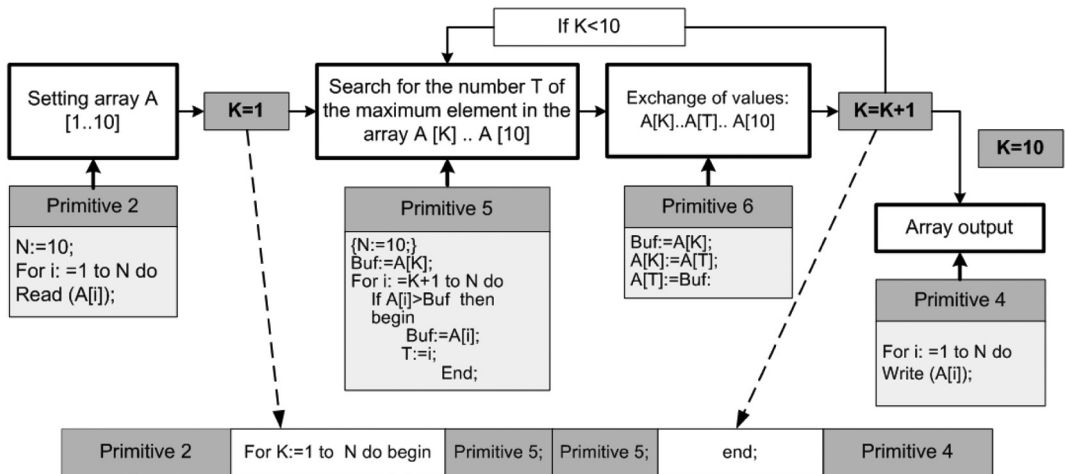


Figure 1. Sorting an array as mental scheme

Source: created by Irina V. Bazhenova, Margarita M. Klunnikova, Nikolay I. Pak.

From the diagram shown in Figure 1 it is easy to compose the final algorithm for solving the problem, which should be clear to a beginner in programming.

Results and discussion. In the cluster of disciplines “Programming – Numerical Methods – Information Technologies in Education” it is possible to identify the content lines, for which sets of algorithmic primitives were created.

Consider a possible description of the primitive “Sum of array elements”.

Let $A[1] = 2$, $A[2] = 5$, $A[3] = 9$, $A[4] = 6$, $A[5] = 3$. Find the sum of these elements. Figure 2 shows the representation of this algorithm in different notations.

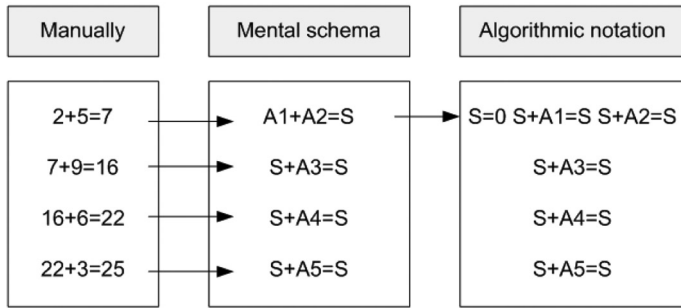


Figure 2. Visualization and structuring of “Sum of array elements” algorithm
 Source: created by Irina V. Bazhenova, Margarita M. Klunnikova, Nikolay I. Pak.

Figure 3 shows the resulting primitive “Sum of array elements”.

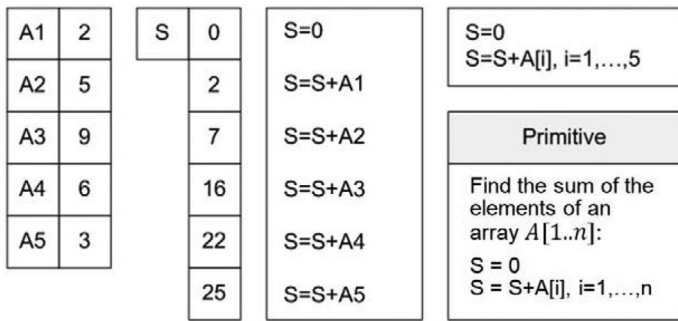


Figure 3. Training element for the primitive “Sum of array elements”
 Source: created by Irina V. Bazhenova, Margarita M. Klunnikova, Nikolay I. Pak.

We create a similar script for each primitive. Thus, we get a reference book of algorithmic primitives with a mental visualization of their meaning.

Let’s consider examples of primitives for problems related to numerical methods.

1. Finding a sequence of numbers by the formula: $A_{n+1} = f(A_n), n = 0..K$
 - a) introduce A_0 ;
 - b) find $A_1 = f(A_0)$;
 - c) output A_1 (next element of the sequence);
 - d) assign $A_0 = A_1$;
 - e) repeat b), c), d) K times.
2. Finding a sequence of numbers by the formula: $A_0 = \text{const}; A_{n+1} = f(A_n), n = 0, 1, \dots$ until $|A_{p+1} - A_p| < \text{eps}$, where eps is a given number
 - a) introduce A_0 and eps ;
 - b) find $A_1 = f(A_0)$;
 - c) output A_1 (next element of the sequence);
 - d) assign $A_0 = A_1$;
 - e) repeat b), c), d) until $|A_1 - A_0| < \text{eps}$.

The algorithmic primitives method was used in design of the e-course “Programming in C / C++” for 1st year students in “Applied Mathematics and

Information Science” at Siberian Federal University. The variable educational content of the e-course was based on two factors: the psychotype of information perception, determined by the leading perceptual modality and the students’ learning style. At the beginning of the training, Visuals, Auditories, Kinesthetics and Digitals were identified using a survey. The students’ learning styles in the programming training were defined as “theorists” who prefer the presentation of educational material from a formal description of the programming language to implementation and code examples; and “practitioners” who learn from examples of ready-made programs. The e-course content was developed for six student models. The content for the “Digital – Theorist” model was based on a step-by-step method of explaining the material, which provides a structured algorithm for solving the problem with a detailed decomposition of the solution into elementary operations, i.e. algorithmic primitives. The success of this technique is demonstrated by the analysis of results of the e-course after the 1st semester, which was conducted from 2020 to 2023. For the e-course learning analytics, cluster analysis was applied, taking into account type of perception, educational style and results of all types of activity on the e-course. 6 clusters were identified, each of which was dominated by some type of perception and learning style. Figure 4 in the form of a “Box with a mustache” diagram shows the students educational results in the entrance and final tests by clusters.

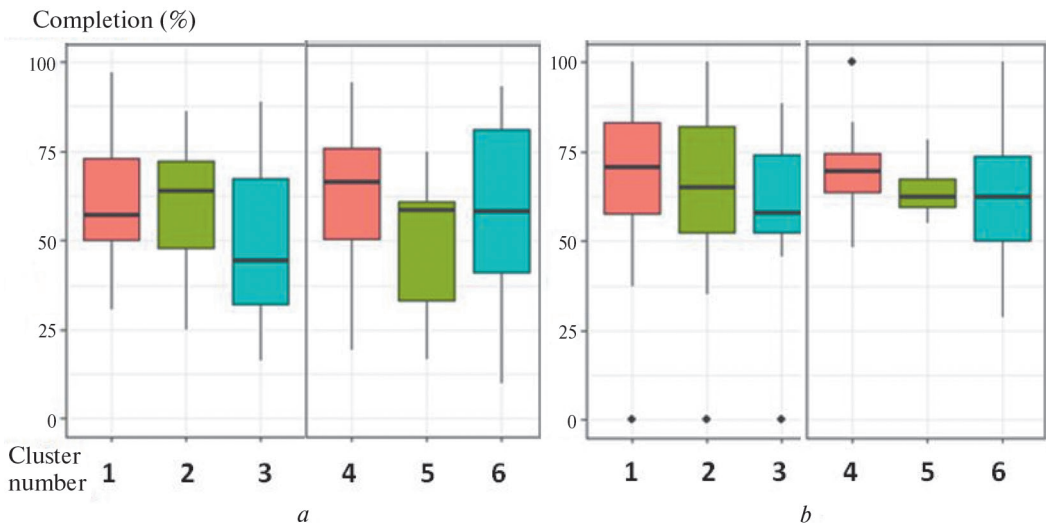


Figure 4. A box with a mustache diagram for the results of: input testing (**a**), final testing (**b**)

Source: created by Irina V. Bazhenova, Margarita M. Klunnikova, Nikolay I. Pak.

As can be seen from the diagram, the most successful were the students of clusters No. 1 (the predominant model “Digital – Theorist”) and No. 2 (the predominant model “Visual – Practitioner”) (for this student model, flowcharts were used in the e-course content).

The algorithmic primitives database created during the design of programming e-course can later be used when students study the course “Numerical Methods” to structure algorithms for solving numerical problems. And in the

course “ICT in Education”, the presented algorithmic primitives method allows you to create e-learning tools for programming and numerical methods with an emphasis on visualization and interactivity.

Conclusion. Problem solving by the algorithmic primitives method seems to become meta-programming, has a propaedeutic character for teaching computational and algorithmic problem solving. The proposed method has high didactic qualities – it provides gradual formation of students’ algorithmic skills from understanding and solving simple problems, to understanding and composing complex algorithms in a structured form. In this case the structural manipulation of algorithmic primitives contributes to the development of the structural component of computational thinking. To strengthen the considered factor, it is necessary to use mental schemes for visualization of algorithmic problem solving, to simulate the process of algorithm execution and to give examples of solution recording in some programming languages.

It is advisable to involve the students themselves in the development of a system of algorithmic primitives. This achieves the following goals:

Students practice problem decomposition.

They learn to analyze and compare solutions to similar problems by discovering solution patterns.

They learn to synthesize the solution of new problems based on familiar algorithmic primitives.

These skills relate to operational definition of computational thinking and traditional understanding of structural thinking, which will significantly improve their level of development. Algorithmic primitives can be presented (and expressed by students themselves) in any form convenient for them. A variety of representations of algorithmic primitives will contribute to the understanding of complex educational material related to the subject area of programming and mathematics.

Based on the system of algorithmic primitives one can create a database of problems of different levels of complexity, the introduction of which in the information and educational environment of the university will automate the process of teaching programming, increase the availability of education, and support effective teaching of this discipline.

Thus, the proposed method of algorithmic primitives significantly facilitates the work of a teacher to teach students to solve problems and contributes to the development of their structural component of computational thinking.

References

- [1] Shannon N, Frischherz B. Structural Thinking. In: *Metathinking. Management for Professionals*. Cham: Springer; 2020. p. 23–27. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41064-3_3
- [2] Minto B. *The Minto pyramid principle: Golden rules for thinking, business writing, and speaking*. Trans. from English by Yurchik II, Yurchik YuI. 9th ed. Moscow: Mann, Ivanov and Ferber; 2018. (In Russ.)

- [3] Gronow M. Noticing structural thinking through the CRIG framework of mathematical structure. In: *Proceedings of the 43rd Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, 5–8 July 2021, Singapore*. Adelaide: MERGA; 2021. p. 211–218.
- [4] Kupchinskaya MA, Yudalevich NV. Formation of structural thinking among students-managers in the DBMS study. *Business Education in the Knowledge Economy*. 2018;2:42–46. (In Russ.)
- [5] Barkhatova DA, Grushentseva DS. Diagnostics of structural thinking of bachelors of pedagogical education as a universal pedagogical competence. *Open Education*. 2024;28(1):54–60. (In Russ.) <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2024-1-54-60>
- [6] Klunnikova MM, Bazhenova IV, Pak NI, Kirgizova EV. Developing students computational thinking with a recursive polydisciplinary approach. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020;1691:012190. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1691/1/012190>
- [7] Bazhenova IV, Klunnikova MM, Pak NI. School-university cluster of disciplines developing the calculative-algorithmic component of computational thinking. *Informatics and Education*. 2021;3:42–49. (In Russ.) <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2021-36-3-42-49>
- [8] Wing JM. Computational thinking. *Communications of the ACM*. 2006;49(3):33–35.
- [9] Furber S. *Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools*. The Royal Society Education Section; 2012. <https://royalsociety.org/~media/education/computing-in-schools/2012-01-12-computing-in-schools.pdf>
- [10] Lyon JA, Magana AJ. Computational thinking in higher education: A review of the literature. *Computer Applications in Engineering Education*. 2020;28(5):1174–1189. <https://doi.org/10.1002/cae.22295>
- [11] Pak NI. A Mental approach to digital transformation of education. *Open Education*. 2021;25(5):4–14. (In Russ.) <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2021-5-4-14>
- [12] Gronow M, Mulligan J, Cavanagh M. Teachers' understanding and use of mathematical structure. *Mathematics Education Research Journal*. 2022;34:215–240. <https://doi.org/10.1007/s13394-020-00342-x>
- [13] Mason J, Stephens M, Watson A. Appreciating mathematical structure for all. *Mathematics Education Research Journal*. 2009;21(2):10–32. <https://doi.org/10.1007/BF03217543>
- [14] Durak HY, Saritepeci M. Analysis of the relation between computational thinking skills and various variables with the structural equation model. *Computers & Education*. 2018;116:191–202.
- [15] Rich P, Egan G, Ellsworth J. A framework for decomposition in computational thinking. In: *Proceedings of the 2019 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, 15–17 July 2019, Aberdeen*. New York: Association for Computing Machinery; 2019. p. 416–421. <https://doi.org/10.1145/3304221.3319793>
- [16] Simon G. *The sciences of the artificial*. Trans. from English by Nappelbaum EL. 2nd ed. Moscow: Editorial URSS; 2004. (In Russ.)

Список литературы

- [1] Shannon N., Frischherz B. Structural Thinking // Metathinking. Management for Professionals. Cham: Springer, 2020. P. 23–27. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41064-3_3
- [2] Минто Б. Принцип пирамиды Минто: Золотые правила мышления, делового письма и устных выступлений / пер. с англ. И.И. Юрчик, Ю.И. Юрчик. 9-е изд. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2018. 272 с.

- [3] *Gronow M.* Noticing structural thinking through the CRIG framework of mathematical structure // Proceedings of the 43rd Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Singapore, 5–8 July 2021. Adelaide: MERGA, 2021. P. 211–218.
- [4] *Купчинская М.А., Юдалевич Н.В.* Формирование структурного мышления у студентов менеджеров при изучении СУБД // Бизнес-образование в экономике знаний. 2018. № 2. С. 42–46.
- [5] *Бархатова Д.А., Грушенцева Д.С.* Диагностика структурного мышления бакалавров педагогического образования как универсальной педагогической компетенции // Открытое образование. 2024. Т. 28. № 1. С. 54–60. <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2024-1-54-60>
- [6] *Klunnikova M.M., Vazhenova I.V., Pak N.I., Kirgizova E.V.* Developing students computational thinking with a recursive polydisciplinary approach // Journal of Physics: Conference Series. 2020. Vol. 1691. Article no. 012190. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1691/1/012190>
- [7] *Баженова И.В., Клуникова М.М., Пак Н.И.* Школьно-вузовский кластер дисциплин как средство развития расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления // Информатика и образование. 2021. № 3. С. 42–49. <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2021-36-3-42-49>
- [8] *Wing J.M.* Computational thinking // Communications of the ACM. 2006. Vol. 49. Issue 3. P. 33–35.
- [9] *Furber S.* Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools. The Royal Society Education Section, 2021. <https://royalsociety.org/~media/education/computing-in-schools/2012-01-12-computing-in-schools.pdf>
- [10] *Lyon J.A., Magana A.J.* Computational thinking in higher education: A review of the literature // Computer Applications in Engineering Education. 2020. Vol. 28. Issue 5. P. 1174–1189. <https://doi.org/10.1002/cae.22295>
- [11] *Пак Н.И.* Ментальный подход к цифровой трансформации образования // Открытое образование. 2021. Т. 25. № 5. С. 4–14. <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2021-5-4-14>
- [12] *Gronow M., Mulligan J., Cavanagh M.* Teachers' understanding and use of mathematical structure // Mathematics Education Research Journal. 2020. Vol. 34. P. 215–240. <https://doi.org/10.1007/s13394-020-00342-x>
- [13] *Mason J., Stephens M., Watson A.* Appreciating mathematical structure for all // Mathematics Education Research Journal. 2009. Vol. 21. Issue. 2. P. 10–32. <https://doi.org/10.1007/BF03217543>
- [14] *Durak H.Y., Saritepeci M.* Analysis of the relation between computational thinking skills and various variables with the structural equation model // Computers & Education. 2018. Vol. 116. P. 191–202.
- [15] *Rich P., Egan G., Ellsworth J.* A framework for decomposition in computational thinking // Proceedings of the 2019 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, Aberdeen, 15–17 July 2019. New York: Association for Computing Machinery, 2019. P. 416–421. <https://doi.org/10.1145/3304221.3319793>
- [16] *Саймон Г.* Науки об искусственном / пер. с англ. Э.Л. Наппельбаума. 2-е изд. М.: Едиториал УРСС, 2004. 144 с.

Bio notes:

Irina V. Vazhenova, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor at the Department of Computing and Information Technologies, Institute of Mathematics and Computer Science, Siberian Federal University, 79 Svobodny Prospect, Krasnoyarsk,

660042, Russian Federation. ORCID: 0000-0001-6960-0408. SPIN-code: 9208-1141. E-mail: apkad@yandex.ru

Margarita M. Klunnikova, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor at the Department of Computing and Information Technologies, Institute of Mathematics and Computer Science, Siberian Federal University, 79 Svobodny Prospect, Krasnoyarsk, 660042, Russian Federation. ORCID: 0000-0003-3657-1019. SPIN-code: 9927-4184. E-mail: mklunnikova@sfu-kras.ru

Nikolay I. Pak, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Head of the Department of Informatics and Information Technology in Education, Institute of Mathematics, Physics and Informatics, Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev, 89 Ada Lebedeva St, Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation. ORCID: 0000-0003-4163-9436. SPIN-code: 9943-2111. E-mail: nik@kspu.ru

Сведения об авторах:

Баженова Ирина Васильевна, кандидат педагогических наук, доцент базовой кафедры вычислительных и информационных технологий, институт математики и фундаментальной информатики, Сибирский федеральный университет, Российская Федерация, 660042, Красноярск, пр. Свободный, д. 79. ORCID: 0000-0001-6960-0408. SPIN-код: 9208-1141. E-mail: apkad@yandex.ru

Клунникова Маргарита Михайловна, кандидат педагогических наук, доцент базовой кафедры вычислительных и информационных технологий, институт математики и фундаментальной информатики, Сибирский федеральный университет, Российская Федерация, 660042, Красноярск, пр. Свободный, д. 79. ORCID: 0000-0003-3657-1019. SPIN-код: 9927-4184. E-mail: mklunnikova@sfu-kras.ru

Пак Николай Инсебович, доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой информатики и информационных технологий в образовании, институт математики, физики и информатики, Красноярский государственный педагогический университет имени В.П. Астафьева, Российская Федерация, 660049, Красноярск, ул. Ады Лебедевой, д. 89. ORCID: 0000-0003-2105-8861. SPIN-код: 9943-2111. E-mail: nik@kspu.ru

DOI: 10.22363/2312-8631-2025-22-1-89-98

EDN: TGGHLR

UDC 372.881.111.1

Research article / Научная статья

Aspects of developing English-Russian electronic dictionary on data analysis for IT students

Alexey S. Danilenko^{ID}✉, Viktoria A. Shershneva^{ID}, Natalya P. Dumler^{ID}*Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation*

✉ danilenko.alex.91@mail.ru

Abstract. *Problem statement.* The use of information technology has significantly transformed the field of education. Various electronic tools are successfully used in foreign language teaching. Electronic dictionaries offer expanded functionality, although their development remains a complex process and requires further research to optimize their use in education. *Methodology.* This study involves analyzing the aspects of developing an electronic dictionary that IT students could use for mastering English for specific purposes. The authors put forward the principles of lexical unit selection for the dictionary. Besides, didactical principles have been suggested to be used as a methodological foundation for the dictionary. *Results.* Based on the performed analysis, the study identifies key technical components for creating an electronic dictionary (databases, CMS, API) and highlights the importance of choosing a programming language for development. Various word search algorithms are also considered to enhance search efficiency and improve the user experience. *Conclusion.* The article highlights the key aspects of the electronic dictionary creation and emphasizes the importance of relying on certain didactic principles for completing the dictionary and implementing it in education process.

Keywords: information communication technology, electronic dictionary, teaching foreign language

Author's contribution. The authors contributed equally to this article.

Conflicts of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

Article history: received 12 October 2024; revised 21 November 2024; accepted 6 December 2024.

For citation: Danilenko AS, Shershneva VA, Dumler NP. Aspects of developing English-Russian electronic dictionary on data analysis for IT students. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2025;22(1):89–98. <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2025-22-1-89-98>


© Danilenko A.S., Shershneva V.A., Dumler N.P., 2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Аспекты разработки англо-русского электронного словаря по анализу данных для студентов IT-направлений

А.С. Даниленко  , В.А. Шершнева , Н.П. Думлер 

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Российская Федерация
 danilenko.alex.91@mail.ru

Аннотация. *Постановка проблемы.* Использование информационных технологий значительно изменило сферу образования. Различные электронные средства успешно применяются в обучении иностранным языкам. Электронные словари предлагают расширенный функционал, хотя их разработка остается сложным процессом и требует дальнейших исследований для оптимизации использования этого средства обучения в образовании. *Методология.* Данное исследование включает в себя анализ аспектов разработки электронного словаря, который студенты, обучающиеся на IT-специальностях, могли бы использовать для овладения английским языком. Авторами предложены принципы отбора лексических единиц для словаря. В качестве методической основы словаря указаны дидактические принципы. *Результаты.* На основании проведенного анализа в исследовании определены ключевые технические компоненты для создания электронного словаря (базы данных, CMS, API), а также подчеркивается важность выбора языка программирования для разработки. Также рассматриваются различные алгоритмы поиска слов для улучшения эффективности поиска и пользовательского опыта. *Заключение.* В статье выделены ключевые аспекты создания электронного словаря и подчеркнута важность опоры на определенные дидактические принципы при создании словаря и его внедрении в образовательный процесс.

Ключевые слова: информационные коммуникационные технологии, электронный словарь, обучение иностранному языку

Вклад авторов. Все авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

История статьи: поступила в редакцию 12 октября 2024 г.; доработана после рецензирования 21 ноября 2024 г.; принята к публикации 6 декабря 2024 г.

Для цитирования: *Danilenko A.S., Shershneva V.A., Dumler N.P.* Aspects of developing English-Russian electronic dictionary on data analysis for IT students // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2025. Т. 22. № 1. С. 89–98. <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2025-22-1-89-98>

Problem statement. The importance of information communication technology (ICT) in the modern world cannot be overestimated. The role of ICT in education should be noted in particular: it gives students access to a huge number of information sources and interactive learning materials [1]. It is safe to say that the modern educational process is unthinkable without the use of computers, Internet resources, online platforms and other innovative technologies that make learning more flexible, accessible, and oriented to student individual needs [2]. The use of ICT in education is especially relevant for IT students: the

nature of their future professional activity implies active use of digital technology. Another notable aspect of IT education is necessity to acquire English because a huge amount of documentation is written in English, and the international IT community uses this language for communication [3].

The use of information and communication technology has found wide application in foreign language teaching [4]. Teachers use electronic educational resources that present teaching material in an interactive form. N.A. Shegay and O.I. Trubitsyna point out the following advantages of using electronic educational resources in foreign language teaching: optimisation of practicing skills included in foreign language communicative competence, a variety of means of visualisation of teaching material, the possibility of automated control by means of online tests, etc. [5]. In addition, applications aimed at learning and practising grammatical rules and foreign language vocabulary are now widespread. It is noted that gamification of this process makes learning more exciting, which increases the motivation of language learners [6].

When it comes to using ICT in teaching, it is necessary to mention electronic dictionaries. Electronic dictionaries have also become widespread in foreign language teaching owing to their advantages over printed dictionaries [7]. For example, electronic dictionaries have extended functionality – it is possible to make quick edits to dictionary entries, provide articles with various multimedia materials illustrating concepts or giving information about word pronunciation [8]. Furthermore, word search is performed faster compared to a regular printed dictionary [9].

The development of the electronic dictionary is rather a labour-intensive process raising a number of issues, the resolution of which will contribute to a more effective application of the dictionary in the educational process [10]. Let us analyze the most important aspects of creating the electronic dictionary.

Methodology. First of all, it is essential to establish the principles that will guide the selection of lexical items to be included into the dictionary, as this selection is vital for addressing the needs of its intended readership. This aspect of dictionary development has been analysed by many specialists. For instance, N.D. Galskova points out that all the principles of lexis selection can be divided into three groups: statistical, linguistic, and methodological ones. Statistical principles include frequency and commonness. Frequency refers to the total number of times a word is used in a source or group of sources. Commonness is the number of sources where a word in question has been used at least once. Methodological principles rely on the aim of studying the language. Linguistic principles include the principle of combinability, the principle of stylistic unrestriction, the principle of semantic value, the principle of word-formation value, the principle of word polysemy, the principle of word building ability, the principle of frequency¹.

¹ Galskova ND, Gez NI. *Theory of foreign language teaching. Linguodidactics and methodology: training manual for students of linguistic universities and foreign language faculties of pedagogical higher education institutions*. Moscow: Akademia; 2004. (In Russ.)

T.M. Dementyeva states that “in defining special lexical units, the following linguistic principles become fundamental: semantic, word-formation value and multiple meanings of lexical units” [11, p. 137].

S.V. Kalashnikova, speaking of the importance of lexical selection, lays emphasis on sticking to “the principle of semantic value, in which the dictionary should include words that are significant for understanding professionally oriented texts, and the principle of combinability, where the dictionary favours terms that can be combined with other words” [12, p. 291].

Thus, having analysed the principles of lexical item selection, we can make the following conclusions. Firstly, it is obvious that the vocabulary to be used for teaching English to IT students should contain lexis from the relevant fields of knowledge, mastering which is necessary for a future specialist in this area. Besides, it is necessary to focus on constant update of lexis – in the rapidly developing IT sphere there frequently appear new lexical items that either describe previously non-existent concepts or replace something outdated. Also, words should be included based on the frequency of their use in professional literature. In addition, in cases when a word has more than one meaning, it is necessary to specify all variants of interpretation of this concept in order to present the terminology of the field in the most concise manner.

Therefore, taking into account the non-linguistic specificity of the discipline “Data Analysis”, we believe that the following principles should be used when selecting lexical items for the English-Russian dictionary on this discipline:

1. The principle of frequency of use of the term in professional literature. The more frequently a term is used, the higher the probability of its inclusion in the dictionary.

2. The uniqueness principle. Some terms may have several meanings, and in this case, it is necessary to choose the variant that best matches the context of use.

3. The relevance principle. It is necessary to keep track of changes in professional vocabulary and update the dictionary accordingly.

4. The word-formation value principle. Its particular importance lies in the fact that words from which a large number of derivative words and expressions can be formed have a special value when included in the dictionary, since derivatives generate a larger number of lexical units relevant to the discipline in question.

In addition to the linguistic aspects, the process of developing the electronic dictionary implies the need to solve some technical tasks. The dictionary must contain a large amount of information and this may not be limited to the immediate dictionary entries, as depending on the purpose of the dictionary, it may also include illustrations, audio or video clips, and examples of the use of lexical units to provide context and other additional information to enhance understanding and improve information retention. The significant amount of information to be dealt with is precisely the reason why organizing the dictionary can be a challenging task, requiring non-standard approaches to indexing, data

structuring and storage. In addition, it is important to note the need to optimise the speed of the dictionary, as users prefer the resource to operate at the highest possible speed.

Alongside these important tasks that need to be addressed during the development of the electronic dictionary, it is essential to adhere to several pedagogical principles that will help to organise the dictionary in the most optimal way and contribute to its successful application in educational process. In our opinion, it is important to take the following didactic principles into account:

1) The principle of scientificity: information should be reliable and align with modern science.

2) The principle of clarity: the use of illustrations, videos and other means of visualisation helps to better assimilate the material.

3) The principle of accessibility: information should be understandable for all users, regardless of their competency in the subject area.

4) The principle of systematicity: this principle implies that all selected lexical units are thematically related, representing hierarchically selected thematic groups characterised by different types of relations. In addition, all materials should be structured in such a way that the user can easily find the necessary information.

5) The principle of individual approach: every user has their own specific characteristics in how they perceive information, so it is necessary to take into account their interests and needs when composing content.

Results and discussion. Having considered the methodological foundations of creating the electronic dictionary, it is also necessary to note technical components to be involved in this process. When developing the electronic dictionary, it is important to consider the following key components that determine its functionality:

- 1) database,
- 2) software,
- 3) search algorithms,
- 4) server infrastructure,
- 5) content,
- 6) component interactions.

Dictionary databases are the foundation of the electronic dictionary. A database is a set of data stored according to a data schema, manipulated according to the rules of data modelling tools². The most common type that is used to create electronic dictionaries is relational databases. The information contained there is presented in the form of a table consisting of keys – attributes that uniquely identify an object in the database, and identifiers – unique numbers assigned to each item to distinguish it from other items. Besides, the logic of

² *Information technologies. Vocabulary: GOST 33707 2016: Interstate Standard* (promulgated: 1.09.2017). Moscow: Standartinform; 2016. (In Russ.) <https://docs.cntd.ru/document/1200139532> (accessed: 7.10.2024)

relational databases implies the presence of two tables, the elements of which are linked by identifiers³. An example of a relational database implementation for creating the electronic dictionary involves two tables: the first one contains words in one language, while the second one contains their translations in another language. The keys for pairs of words that are translations of each other are identical.

Relational database management systems (RDBMS) such as MySQL, PostgreSQL, and Firebird are used to work with relational databases⁴. Specialists point out a number of advantages of relational DBMSs, such as: data consistency and integrity, ease of data retrieval and processing, scalability, and powerful ecosystem and compatibility⁵.

As far as the software used in the creation of the electronic dictionary is concerned, the following necessary components should be highlighted:

1) CMS (Content Management System, also known as “CMS-engine”, or “engine”) is software for developing, editing, and structuring an application. Its particular importance lies in the ability to add items to the dictionary and make changes without having to edit the dictionary structure itself.

2) Programming language for writing the code and coordinating the interaction of the dictionary components. Selecting a programming language influences the dictionary performance, memory consumption, and dictionary development speed. It should be noted that each language has both advantages and disadvantages to be considered taking into account the purpose of creating the dictionary. Thus, the advantages of the Python programming language include the relative simplicity and brevity of the syntax, which simplifies and speeds up the development process. In addition, Python supports libraries for natural language processing (NLTK), data manipulation (Pandas), and web application development. The disadvantages of choosing Python for creating the electronic dictionary include low performance. Java and C++ provide maximum performance but dictionary creation takes more time and effort due to the complexity of the syntax. JavaScript language is used for both frontend and backend development, which simplifies the process of building the dictionary. Moreover, JavaScript supports many libraries and frameworks for the task in question. However, this programming language is also inferior to Java and C++ in terms of performance.

3) API (Application Programming Interface) is a software interface that allows for organising interaction between computer programs. Application of API when developing the electronic dictionary allows expanding its capabilities and providing integration with other services.

³ Komarov VI. *A guide to databases*. Moscow: DMK-Press; 2024. (In Russ.)

⁴ Kulikov SS. *Working with MySQL, MS SQL Server and Oracle in examples: practical guide for programmers and testers: training manual*. 2019. (In Russ.) https://svyatoslav.biz/database_book/

⁵ Mamedli RE. *Database management systems: training manual*. Nizhnevartovsk: Nizhnevartovsk State University Publ.; 2021. (In Russ.)

Word search algorithms play a crucial role in electronic dictionary functioning, the efficiency of the developed tool directly depending on them. Among the word search algorithms used in electronic dictionaries are the following:

- Linear search: consists of checking each word alphabetically until the desired word is found. It is the simplest algorithm, its execution taking a considerable amount of time.
- Binary search: the dictionary is divided in two halves, and the desired word is searched in both halves. Execution of this algorithm takes less time than linear search, but requires preliminary division of the initial array of words.
- Prefix trees: when implementing this algorithm, words are treated as a sequence of symbols in a tree structure. This algorithm allows to quickly search words by prefix (for example, all words beginning with “auto-”).
- String matching algorithms (e. g. Levenshtein algorithm): used to find a word even if it is misspelt.
- Lemmatisation algorithms: determine the initial form of a word (lemma), excluding endings and inflection.
- Morphemic analysis algorithms: break a word into its constituent parts (morphemes) to determine its grammatical characteristics.

Conclusion. Thus, the article presents key aspects of the development of a specialised English-Russian electronic dictionary aimed at IT students studying data analysis. Particular focus is given not only to linguistic issues of lexical item selection and organisation, but also to technological solutions underlying the creation of a modern and user-friendly electronic resource. The article emphasizes the importance of observing didactic principles such as scientificity, visibility, accessibility, systematicity and individual approach to ensure the effectiveness of the dictionary as a learning tool. The authors have developed such criteria of lexicon selection as frequency, uniqueness, relevance and word-formation value. These criteria take a special place in the context of the dynamically developing subject area of data analysis.

In conclusion, it should be noted that the development of a specialised electronic dictionary for IT students from the point of view of an effective learning tool is a complex and complicated process that requires a deep understanding of both linguistic, pedagogical and technological aspects of the developer. We believe that adherence to the principles outlined in the article and the use of the described technologies will help to create an effective learning tool that meets the needs of modern educational environment.

References

- [1] Goreva OM, Osipova LB. The role of information and communication technologies in the modern educational process. *Bulletin of Chelyabinsk State University. Series: Philosophy. Sociology. Culturology.* 2015;19(374):166–171. (In Russ.) <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-informatsionno-kommunikatsionnyh-tehnologiy-v-sovremennom-obrazovatelnom-protse>

- [2] Levicheva SV. Use of electronic dictionaries in teaching English to students of technical specialties. *Problems of Modern Pedagogical Education*. 2021;71(2):229–232. (In Russ.) <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-elektronnyh-slovaey-pri-obuchenii-angliyskomu-yazyku-studentov-tehnicheskikh-spetsialnostey>
- [3] Usoltsev KI. *Structural and semantic characteristics of neologisms in English computer discourse: master dissertation*. Krasnoyarsk: Siberian Federal University; 2023. (In Russ.) <https://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/151198>
- [4] Lyubanets II, Kopytich IG. Use of information communication technologies in the process of teaching foreign languages. *Bulletin of Donetsk Pedagogical Institute*. 2017;1:126–132. (In Russ.) <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-informatsionno-kommunikatsionnyh-tehnologiy-v-protseesse-obucheniya-inostrannym-yazykam>
- [5] Shegai NA, Trubitsina OI. Advantages of learning foreign languages in the electronic information and educational environment. *Pedagogical Journal of Bashkortostan*. 2021;4(94):128–143. (In Russ.) <https://cyberleninka.ru/article/n/preimuschestva-obucheniya-inostrannomu-yazyku-v-usloviyah-elektronnoy-informatsionno-obrazovatelnoy-sredy>
- [6] Goltsova TA, Protsenko EA. Gamification as an effective technology for teaching foreign languages in a digitalized educational process. *National and Foreign Pedagogy*. 2020;3(68):65–77. (In Russ.) <https://cyberleninka.ru/article/n/geymifikatsiya-kak-effektivnaya-tehnologiya-obucheniya-inostrannym-yazykam-v-usloviyah-tsifrovizatsii-obrazovatelno-go-protseessa>
- [7] Belkina IV, Yatsenko YuN, Mashkova EV. Lexicographical means and techniques to define a scientific term in modern online dictionaries. *Philology. Theory & Practice*. 2020;13(2):258–263. (In Russ.) <https://doi.org/10.30853/filnauki.2020.2.52>
- [8] Agapova NA, Kartofeleva NF. On the principles of creating an electronic dictionary of the linguocultological type: raising the problem. *Tomsk State Univeristy Journal*. 2014;382:6–10. (In Russ.) <https://cyberleninka.ru/article/n/o-printsipah-sozdaniya-elektronnogo-slovary-a-lingvokulturologicheskogo-tipa-k-postanovke-problemy/viewer>
- [9] Fesenko OP, Laukhina SS. Electronic dictionaries as a product of modern lexicography. *Omsk Scientific Bulletin*. 2015;4(141):46–48. (In Russ.) <https://cyberleninka.ru/article/n/elektronnye-slovari-kak-produkt-sovremennoy-leksikografii>
- [10] Mammedova ZhE. Prospects and problems of computer lexicography. *Bulletin of the Chuvash University*. 2018;2:261–267. (In Russ.) <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-i-problemy-kompyuternoy-leksikografii/viewer>
- [11] Dementyeva TM. The principles of selection of active special vocabulary in professionally focused German language teaching in the field of law. *Tomsk State Pedagogical University Bulletin*. 2016;12(177):136–142. (In Russ.) <https://cyberleninka.ru/article/n/printsipy-otbora-aktivnoy-spetsialnoy-leksiki-v-professionalno-orientirovannom-prepodavanii-nemetskogo-yazyka-v-sfere-yurisprudentsii>
- [12] Kalashnikova SV. Formation of the minimum vocabulary on the foreign language discipline in educational institutions of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation. *Philology. Theory & Practice*. 2019;12(8):290–293. (In Russ.) <https://doi.org/10.30853/filnauki.2019.8.57>

Список литературы

- [1] *Горева О.М., Осипова Л.Б.* Роль информационно-коммуникационных технологий в современном образовательном процессе // Вестник Челябинского государственного университета. Серия: Философия. Социология. Культуро-

- логия. 2015. № 19 (374). С. 166–171. <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-informatsionno-kommunikatsionnyh-tehnologiy-v-sovremennom-obrazovatelnom-protssesse>
- [2] *Левичева С.В.* Использование электронных словарей при обучении английскому языку студентов технических специальностей // Проблемы современного педагогического образования. 2021. № 71 (2). С. 229–232. <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-elektronnyh-slova-rey-pri-obuchenii-angliyskomu-yazyku-studentov-tehnicheskikh-spetsialnostey>
- [3] *Усольцев К.И.* Структурно-семантические характеристики неологизмов в англоязычном компьютерном дискурсе: магистерская дис. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2023. <https://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/151198>
- [4] *Любанец И.И., Копытич И.Г.* Использование информационно-коммуникационных технологий в процессе обучения иностранным языкам // Вестник Донецкого педагогического института. 2017. № 1. С. 126–132. <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-informatsionno-kommunikatsionnyh-tehnologiy-v-protssesse-obucheniya-inostrannym-yazykam>
- [5] *Шегай Н.А., Трубицина О.И.* Преимущества обучения иностранному языку в условиях электронной информационно-образовательной среды // Педагогический журнал Башкортостана. 2021. № 4 (94). С. 128–143. <https://cyberleninka.ru/article/n/preimuschestva-obucheniya-inostrannomu-yazyku-v-usloviyah-elektronnoy-informatsionno-obrazovatelnoy-sredy>
- [6] *Гольцова Т.А., Проценко Е.А.* Геймификация как эффективная технология обучения иностранным языкам в условиях цифровизации образовательного процесса // Отечественная и зарубежная педагогика. 2020. Т. 1. № 3 (68). С. 65–77. <https://cyberleninka.ru/article/n/geymifikatsiya-kak-effektivnaya-tehnologiya-obucheniya-inostrannym-yazykam-v-usloviyah-tsifrovizatsii-obrazovatelno-protssessa>
- [7] *Белкина И.В., Яценко Ю.Н., Машкова Е.В.* Лексикографические средства и способы определения научного термина в современных онлайн-словарях // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2020. Т. 13. Вып. 2. С. 258–263. <https://doi.org/10.30853/filnauki.2020.2.52>
- [8] *Агапова Н.А., Картофелева Н.Ф.* О принципах создания электронного словаря лингвокультурологического типа: к постановке проблемы // Вестник Томского государственного университета. 2014. № 382. С. 6–10. <https://cyberleninka.ru/article/n/o-printsipah-sozdaniya-elektronnogo-slovary-a-lingvokulturologicheskogo-tipa-k-postanovke-problemy/viewer>
- [9] *Фесенко О.П., Лаухина С.С.* Электронные словари как продукт современной лексикографии // Омский научный вестник. 2015. № 4 (141). С. 46–48. <https://cyberleninka.ru/article/n/elektronnye-slovari-kak-produkt-sovremennoy-leksikografii>
- [10] *Маммедова Ж.Э.* Перспективы и проблемы компьютерной лексикографии // Вестник Чувашского университета. 2018. № 2. С. 261–267. <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-i-problemy-kompyuternoy-leksikografii>
- [11] *Дементьева Т.М.* Принципы отбора активной специальной лексики в профессионально ориентированном преподавании немецкого языка в сфере юриспруденции // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2016. № 12 (177). С. 136–142. <https://cyberleninka.ru/article/n/printsipy-otbora-aktivnoy-spetsialnoy-leksiki-v-professionalno-orientirovannom-prepodavanii-nemetskogo-yazyka-v-sfere-yurisprudentsii>
- [12] *Калашникова С.В.* Формирование словаря-минимума по дисциплине «Иностранный язык» в образовательных организациях МВД России // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2019. Т. 12. Вып. 8. С. 290–293. <https://doi.org/10.30853/filnauki.2019.8.57>

Bio notes:

Alexey S. Danilenko, Senior Lecturer, Department of Conversational Foreign Language, Institute of Space and Information Technology, Siberian Federal University, 26 B Akademika Kirenskogo St, Krasnoyarsk, 660074, Russian Federation. ORCID: 0000-0001-6648-4480. SPIN-code: 6333-2213. E-mail: danilenko.alex.91@mail.ru

Viktoria A. Shershneva, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor at the Department of Applied Mathematics and Data Analysis, Institute of Space and Information Technology, Siberian Federal University, 26 B Akademika Kirenskogo St, Krasnoyarsk, 660074, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-9386-2018. SPIN-code: 6172-0561. E-mail: vsershneva@yandex.ru

Natalya P. Dumler, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor at the Department of Conversational Foreign Language, Institute of Space and Information Technology, Siberian Federal University, 26 B Akademika Kirenskogo St, 660074, Russian Federation. ORCID: 0000-0003-4028-7985. SPIN-code: 9275-5374. E-mail: natashabaeva@list.ru

Сведения об авторах:

Даниленко Алексей Сергеевич, старший преподаватель, кафедра Разговорного иностранного языка, Институт космических и информационных технологий, Сибирский федеральный университет, Российская Федерация, 660074, Красноярск, ул. Академика Киренского, д. 26 Б. ORCID: 0000-0001-6648-4480. SPIN-код: 6333-2213. E-mail: danilenko.alex.91@mail.ru

Шершнева Виктория Анатольевна, доктор педагогических наук, профессор кафедры Прикладной математики и анализа данных, Институт космических и информационных технологий, Сибирский федеральный университет, Российская Федерация, 660074, Красноярск, ул. Академика Киренского, д. 26 Б. ORCID: 0000-0002-9386-2018. SPIN-код: 6172-0561. E-mail: vsershneva@yandex.ru

Думлер Наталья Петровна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры Разговорного иностранного языка, Институт космических и информационных технологий, Сибирский федеральный университет, Российская Федерация, 660074, Красноярск, ул. Академика Киренского, д. 26 Б. ORCID: 0000-0003-4028-7985. SPIN-код: 9275-5374. E-mail: natashabaeva@list.ru

ОБУЧЕНИЕ ИНФОРМАТИКЕ TEACHING COMPUTER SCIENCE

DOI: 10.22363/2312-8631-2025-22-1-99-108

EDN: TGSCSZ

УДК 378.162.3

Научная статья / Research article

Существующие подходы к обучению информационным технологиям студентов физико-математических направлений подготовки

Д.Д. Добромиров 

Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация

✉ dobromirov_dd@pfur.ru

Аннотация. *Постановка проблемы.* В поле приоритетных целей научно-технологического развития Российской Федерации и в условиях интенсивной цифровизации отечественной системы высшего образования существует острая необходимость в формировании цифровых компетенций у студентов физико-математических направлений подготовки. Для этого важно понимание эффективных подходов к их обучению. *Методология.* Методологическая основа исследования направлена на обобщение международного опыта организации образовательного процесса по проблематике исследования и на апробацию внешней валидности существующих в высшей школе подходов к обучению студентов информационным технологиям. *Результаты.* Определен перечень цифровых компонент, используемых в образовательных программах физико-математических направлений подготовки. Сформулирована количественная характеристика уровня развития существующих в Российской Федерации образовательных подходов к развитию цифровых компетенций у студентов относительно международного опыта. *Заключение.* Проведенный сравнительный анализ методов обучения информационным технологиям студентов позволил выявить теоретическую основу организации образовательных траекторий в разрезе практического развития цифровой грамотности обучающихся физико-математических направлений подготовки.

Ключевые слова: информационные технологии, система высшего образования, физика, физико-математические науки, цифровизация образования

Заявление о конфликте интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

© Добромиров Д.Д., 2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

История статьи: поступила в редакцию 30 сентября 2024 г.; доработана после рецензирования 15 ноября 2024 г.; принята к публикации 29 ноября 2024 г.

Для цитирования: Добромиров Д.Д. Существующие подходы к обучению информационным технологиям студентов физико-математических направлений подготовки // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2025. Т. 22. № 1. С. 99–108. <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2025-22-1-99-108>

Existing approaches to teaching information technologies to students of physics and mathematics specializations

Daniil D. Dobromirov 

RUDN University, Moscow, Russian Federation

✉ dobromirov_dd@pfur.ru

Abstract. *Problem statement.* In the field of priority goals of scientific and technological development of Russian Federation and under the conditions of intensive digitalization of the domestic system of higher education, there is an urgent need for formation of digital competencies among students of physics and mathematics specializations. *Methodology.* The methodological basis of the research is aimed at generalizing the international experience of organizing the educational process on the research problem and approbation of the external validity of the existing approaches to teaching high school students information technologies. *Results.* The list of digital components used in educational programs of physics and mathematics specializations is defined. The quantitative characterization of the level of development of existing educational approaches to the development of digital competencies of students in the Russian Federation in relation to international experience is formulated. *Conclusion.* The conducted comparative analysis of methods of teaching information technologies to students allowed to reveal the theoretical basis for the organization of educational trajectories in the context of practical development of digital literacy of students of physics and mathematics specializations.

Keywords: information technologies, higher education system, physics, physical and mathematical sciences, digitalization of education

Conflicts of interest. The author declares that there is no conflict of interest.

Article history: received 30 September 2024; revised 15 November 2024; accepted 29 November 2024.

For citation: Dobromirov DD. Existing approaches to teaching information technologies to students of physics and mathematics specializations. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2025;22(1):99–108. <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2025-22-1-99-108>

Постановка проблемы. В целях выстраивания аналитической позиции относительно существующих в высшей школе подходов к обучению информационным технологиям студентов физико-математических направ-

лений подготовки будет целесообразным раскрыть исторические предпосылки и тенденции, предопределившие наблюдаемую в международном образовательном пространстве необходимость формирования цифровых компетенций у студентов в области их профессионального развития.

Выявляя исторические предпосылки информатизации образования, важно обратиться к всемирной истории, в частности к одному из ее унитарно-стадиальных представлений [1, с. 158] – социологической концепции постиндустриального общества [2, с. 25] – в единстве с таким комплексным процессом, как информатизация общества [3]. Сам процесс информатизации тесно связан с системным изменением способов работы с информацией, а также с появлением новых для своих исторических этапов коммуникативных взаимодействий и технологических решений, систематизирующих последовательность из шести «информационных революций» [4].

Рассматривая высшую школу с позиции наблюдаемых в ней цифровых изменений, вызванных информатизацией общества, необходимо обосновать потребность обучающихся высших учебных заведений в освоении новых компетенций, позволяющих адаптироваться к цифровым изменениям. С одной стороны, согласно пункту 2 статьи 26 Всеобщей декларации прав человека, принятой резолюцией Генеральной Ассамблеи ООН 10 декабря 1948 г., «Образование должно быть направлено к полному развитию человеческой личности...»¹, и в этом отношении развитие человеческой личности важно нормировать в естественной среде социализации человека, которая в условиях информатизации общества все чаще отождествляется с цифровой средой [5].

С другой стороны, современные информационные технологии открывают новые возможности для различных подходов к обучению, позволяя базировать образовательный процесс на принципах доступности и инклюзивности, что согласуется с реализацией задач [6], направленных на достижение Цели 4 в области устойчивого развития «Обеспечение всеохватного и справедливого качественного образования и поощрение возможности обучения на протяжении всей жизни для всех»². Так, например, ассистивные технологии позволяют адаптировать образовательные программы к индивидуальным потребностям людей с ограниченными возможностями здоровья, предлагая для студентов с инвалидностью вариативные образовательные траектории с фокусом на особенностях организации процесса обучения для различных нозологических групп³.

¹ Всеобщая декларация прав человека (принята Генеральной Ассамблеей ООН 10.12.1948 г.). <https://www.un.org/ru/about-us/universal-declaration-of-human-rights> (дата обращения: 20.08.2024 г.)

² Цели в области устойчивого развития. Цель 4: Обеспечение всеохватного и справедливого качественного образования и поощрение возможности обучения на протяжении всей жизни для всех (цели приняты Генеральной Ассамблеей ООН 25.10.2015 г.). <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/education/> (дата обращения: 20.08.2024 г.)

³ Козырева О.А. Ассистивные технологии в инклюзивном образовании: учебное пособие для вузов. 2-е изд. М.: Юрайт, 2024. 118 с.

Проблематика настоящего исследования задана в поле нормативно-правовых актов Российской Федерации, характеризующих цифровые тенденции отечественной науки и высшего образования:

- Цифровая модернизация системы высшего образования обоснована на уровне Правительства Российской Федерации в рамках Концепции технологического развития на период до 2030 г.⁴ В Концепции отмечается, что при высоком уровне базового физико-математического образования в стране наблюдается дефицит кадров инженерных и естественнонаучных специальностей.
- Развитие естественно-технического профиля в синтезе с созданием наукоемких и сквозных технологий является приоритетным национальным направлением Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, где фундаментальная наука занимает ключевое место в «...подготовке научно-технологического сектора страны к новым большим вызовам...»⁵.

Таким образом, в условиях наблюдаемой сегодня шестой «информационной революции» [4] цифровая грамотность задает один из направляющих векторов современного профессионального развития студента и, как следствие, обуславливает метаморфозы системы высшего образования в формировании у обучающихся цифровых компетенций и навыков, так как «...без цифровых технологий приобретаемые... знания и навыки вряд ли будут столь же актуальными»⁶.

Методология. Дизайн исследования разработан на анализе совокупности эмпирических данных с целью апробации внешней валидности существующих в высшей школе подходов к обучению информационным технологиям студентов физико-математических направлений подготовки. Структура описания результатов исследования основывается на следующих методах.

Количественные методы статистического и экономического анализа, определяющие выборку вузов в предметном рейтинге QS WUR by Subject: Physics & Astronomy⁷ для обобщения международного опыта организации образовательного процесса в плоскости проблематики исследования.

⁴ Об утверждении Концепции технологического развития на период до 2030 года (вместе с «Концепцией технологического развития на период до 2030 года»). Распоряжение Правительства РФ от 20.05.2023 г. № 1315-р (редакция от 21.10.2024 г.). https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_447895/ (дата обращения: 21.08.2024 г.)

⁵ О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации. Указ Президента РФ от 28.02.2024 г. № 145. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_470973/ (дата обращения: 21.08.2024 г.)

⁶ Всемирный доклад по мониторингу образования (резюме): Технологии в образовании: на чьих условиях? / ЮНЕСКО. Париж, 2023. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386147_rus/PDF/386147rus.pdf.multi (дата обращения: 20.08.2024)

⁷ QS World University Rankings by Subject 2024: Physics & Astronomy // QS Topuniversities.com. <https://www.topuniversities.com/university-subject-rankings/physics-astronomy> (дата обращения: 20.08.2024 г.)

Качественные методы сбора и анализа данных. Систематизируется отечественный и международный опыт высших учебных заведений в части реализации цифровой компоненты подготовки студентов относительно следующей выборки образовательных программ бакалавриата и специалитета: «Astrophysics» (Harvard University), «Physics» (University of Oxford, Stanford University, Massachusetts Institute of Technology), общая программа подготовки «Natural Sciences» (University of Cambridge), программы 03.05.02 «Фундаментальная и прикладная физика» и 03.05.01. «Астрономия» (МГУ им. М.В. Ломоносова), 03.03.01 «Прикладные математика и физика» (МФТИ, НИЯУ МИФИ, НГУ), 03.03.02 «Физика» (НГУ).

Результаты и обсуждение. Перечень укрупненных групп специальностей и направлений подготовки высшего образования, входящих в состав физико-математических наук, в соответствии с приказом Минобрнауки России от 04.03.2022 г. № 197, составляют три наименования областей образования математического профиля («Математика и механика», «Статистика», «Фундаментальная математика и механика») и четыре наименования областей образования фундаментального профиля («Физика», «Радиофизика», «Астрономия», «Фундаментальная и прикладная физика»)⁸. Так как математический аппарат является функциональным инструментом физико-математического профиля, выборку областей образования относительно проблематики исследования целесообразно определить в части фундаментальной составляющей рассматриваемого перечня.

Целевая группа высших учебных заведений, относительно которой систематизирован международный опыт обучения студентов информационным технологиям, сформирована по результатам предметного рейтинга QS WUR by Subject: Physics & Astronomy с учетом рейтинговых линий тренда в период с 2021 по 2024 г. (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная динамика позиций университетов в предметном рейтинге QS WUR by Subject: Physics & Astronomy в период с 2021 по 2024 г.

Высшее учебное заведение	Страна	Общая оценка			
		2021	2022	2023	2024
Массачусетский технологический институт	Соединенные Штаты Америки	98,5	98,7	97,9	97,8
Гарвардский университет		97,1	96,9	97,0	96,7
Стэнфордский университет		97,5	96,4	94,8	94,7
Оксфордский университет	Соединенное Королевство	95,2	94,8	94,9	95,7
Кембриджский университет		95,9	95,9	94,5	94,5

⁸ Об установлении соответствий специальностей и направлений подготовки высшего образования по программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, программам ординатуры и программам ассистентуры-стажировки... Приказ Минобрнауки России от 4.03.2022 г. № 197 (редакция от 2.08.2024 г.). https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_413820/ (дата обращения: 22.08.2024 г.)

Окончание табл. 1

Высшее учебное заведение	Страна	Общая оценка			
		2021	2022	2023	2024
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова	Российская Федерация	82,6	82,6	82,7	80,9
Московский физико-технический институт (МФТИ)		80,1	80,9	80,1	78,7
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»		75,9	77,2	77,4	76,1
Новосибирский государственный университет (НГУ)		75,6	75,1	72,3	71,2

Источник: составлено Д.Д. Добромировым.

Table 1

Comparative dynamics of universities' positions in the Subject Ranking QS WUR by Subject: Physics & Astronomy in the period from 2021 to 2024

Higher Education Institution	Country	Overall Score			
		2021	2022	2023	2024
Massachusetts Institute of Technology	The United States of America	98.5	98.7	97.9	97.8
Harvard University		97.1	96.9	97.0	96.7
Stanford University		97.5	96.4	94.8	94.7
University of Oxford	The United Kingdom	95.2	94.8	94.9	95.7
University of Cambridge		95.9	95.9	94.5	94.5
Lomonosov Moscow State University	Russian Federation	82.6	82.6	82.7	80.9
Moscow Institute of Physics and Technology		80.1	80.9	80.1	78.7
National Research Nuclear University MEPhI		75.9	77.2	77.4	76.1
Novosibirsk State University		75.6	75.1	72.3	71.2

Source: compiled by Daniil D. Dobromirov.

Важно отметить, что в период с 2022 по 2024 г. средний показатель по рейтинговым позициям вузов Российской Федерации (ТОП4) в предметном рейтинге снизился на 48,34 % (с 233 до 346 места) при соответствующей отрицательной динамике роста среднего показателя «общая оценка», равной +24,00 % (с 62,5 до 77,5).

При подготовке сводного перечня цифровых компонент (программное обеспечение, среды разработки, языки программирования, вспомогательные цифровые решения) (табл. 2) были рассмотрены рабочие программы дисциплин, аннотации образовательных программ и курсов, учебные планы и требования к материально-технической базе по заданной группе вузов⁹.

⁹ Massachusetts Institute of Technology, Department of Physics. <https://physics.mit.edu/academic-programs/undergrads/> (дата обращения: 15.08.2024 г.); Harvard University, Department of Astronomy. <https://astronomy.fas.harvard.edu/undergraduate-program> (дата обращения: 15.08.2024 г.); Stanford University, Department of Applied Physics. <https://bulletin.stanford.edu/departments/APPLPHYSIC/overview> (дата обращения: 15.08.2024 г.); University of Oxford, Physics. [104](https://www.ox.ac.uk/admissions/undergraduate/courses/course-</p>
</div>
<div data-bbox=)

Таблица 2

Компоненты, используемые при обучении студентов информационным технологиям в исследуемой группе вузов (по странам)

№	Страна	Компонента	Целевые функции использования
ЯЗЫКИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ			
1.1	Российская Федерация,	C++	основы программирования, математические вычисления, анализ данных
1.2	Соединенное Королевство,	Python	
1.3	Соединенные Штаты Америки	Fortran	
1.4	Соединенное Королевство, Соединенные Штаты Америки	Java	статистическая обработка данных, графическая визуализация
1.5		R	
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ			
2.1	Российская Федерация, Соединенное Королевство, Соединенные Штаты Америки	MATLAB	программирование, математические вычисления, анализ данных, графическая визуализация, аппаратное обеспечение, интерфейсы внешних языков
2.2		LabVIEW	графическое программирование, разработка тестовых систем, анализ данных, аппаратное обеспечение, интерфейсы внешних языков
2.3		Multisim	моделирование и проектирование систем, визуализация поведения электронных систем, интерфейсы внешних языков
2.4	Российская Федерация	Origin	анализ данных, графическая визуализация
2.5		GNU Octave	математические вычисления, графическая визуализация
2.6		Wolfram Mathematica	математические вычисления, анализ данных, графическая визуализация, машинное обучение
2.7		Nteract	создание вычислительных сред, интерактивные блокноты, интерфейсы внешних языков
2.8	Соединенное Королевство, Соединенные Штаты Америки	JupyterHub	математические вычисления, анализ данных, графическая визуализация, интерактивные блокноты, машинное обучение
2.9		Wolfram One	математические вычисления, анализ данных, графическая визуализация, аппаратное обеспечение, машинное обучение
2.10		Java 3D API	моделирование трехмерной геометрии
ИНТЕГРИРОВАННАЯ СРЕДА РАЗРАБОТКИ			
3.1	Соединенное Королевство, Соединенные Штаты Америки	RStudio IDE	математические вычисления, анализ данных, графическая визуализация, аппаратное обеспечение, интерфейсы внешних языков

listing/physics (дата обращения: 15.08.2024 г.); University of Cambridge, Natural Sciences. <https://www.undergraduate.study.cam.ac.uk/courses/natural-sciences-ba-hons-msci> (дата обращения: 15.08.2024 г.); Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Образовательные стандарты (математические и естественные науки). <https://msu.ru/sveden/eduStandarts/> (дата обращения: 15.08.2024 г.); Московский физико-технический институт, Институтские кафедры, центры и департаменты. <https://mipt.ru/institute-departments> (дата обращения: 15.08.2024 г.); Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Образовательные программы. <https://eis2.mephi.ru/programs?F.LIds=3&F.LIds=5&F.PrN=&F.Ys=&F.DeIds=&F.FInds=1&F.FInds=2> (дата обращения: 16.08.2024 г.); Новосибирский государственный университет, Физика. <https://education.nsu.ru/physics/> (дата обращения: 16.08.2024 г.).

Окончание табл. 2

№	Страна	Компонента	Целевые функции использования
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ (УТИЛИТЫ, МАКРОКОМАНДЫ, БИБЛИОТЕКИ)			
4.1	Российская Федерация	SageMath	математические вычисления
4.2		Gnuplot	графическая визуализация
4.3		AMS-LaTeX	анализ данных
4.4	Соединенное Королевство, Соединенные Штаты Америки	REPL	математические вычисления, исследование поведения кода
4.5		NumPy	поддержка многомерных массивов
4.6		TensorFlow	математические вычисления, анализ данных, работа с искусственными нейронными сетями,
4.7		Keras	машинное обучение

Источники: составлено Д.Д. Добромировым.

Table 2

Components used in teaching information technology to students in the surveyed group of universities (by country)

No.	Country	Component	Target utilization functions
PROGRAMMING LANGUAGES			
1.1	Russian Federation, the United Kingdom, the United States of America	C++	fundamentals of programming, mathematical computing, data analysis
1.2		Python	
1.3		Fortran	
1.4	The United Kingdom, the United States of America	Java	statistical processing of data, graphic visualization
1.5		R	
SOFTWARE PROGRAMS			
2.1	Russian Federation, the United Kingdom, the United States of America	MATLAB	programming, mathematical computing, data analysis, graphical visualization, hardware, external language interfaces
2.2		LabVIEW	graphical programming, test system development, data analysis, hardware, external language interfaces
2.3		Multisim	systems modeling and design, visualization of electronic systems behavior, external language interfaces
2.4	Russian Federation	Origin	data analysis, graphical visualization
2.5		GNU Octave	mathematical computing, graphical visualization
2.6		Wolfram Mathematica	mathematical computing, data analysis, graphical visualization, machine learning
2.7		Nntract	creating computational environments, interactive notepads, external language interfaces
2.8	The United Kingdom, the United States of America	JupyterHub	mathematical computing, data analysis, graphical visualization, interactive notepads, machine learning
2.9		Wolfram One	mathematical computing, data analysis, graphical visualization, hardware, machine learning
2.10		Java 3D API	modeling of three-dimensional geometry
INTEGRATED DEVELOPMENT ENVIRONMENT			
3.1	The United Kingdom, the United States of America	RStudio IDE	mathematical computing, data analysis, graphical visualization, hardware, external language interfaces

Table 2, ending

No.	Country	Component	Target utilization functions
SUPPORT SOLUTIONS (UTILITIES, MACRO COMMANDS, LIBRARIES)			
4.1	Russian Federation	SageMath	mathematical computing
4.2		Gnuplot	graphical visualization
4.3		AMS-LaTeX	data analysis
4.4	The United Kingdom, the United States of America	REPL	mathematical computing, code behavior research
4.5		NumPy	support for multidimensional arrays
4.6		TensorFlow	mathematical computing, data analysis, working with artificial neural networks,
4.7		Keras	machine learning

Source: compiled by Daniil D. Dobromirov.

Из представленных результатов эмпирического анализа в сравнительной плоскости исследования можно определить количественную характеристику уровня развития существующих в Российской Федерации образовательных подходов к формированию цифровых компетенций у студентов относительно международного опыта. Так, отечественные вузы в своих образовательных программах реализовывают 52,17 % от всей совокупности представленных цифровых компонент, в то время как международные вузы задействуют 73,91 %. При этом относительная доля пересечения методов обучения в исследуемой группе высших учебных заведений составляет 26,08 %, что говорит о высоком уровне диверсификации образовательных траекторий в международном образовательном пространстве в части обучения студентов физико-математических направлений подготовки информационным технологиям.

Заключение. В современном мире профессиональное развитие студентов вузов тесно связано с тем, насколько методы обучения адаптированы к технологическим условиям, что, в свою очередь, отражает уровень информатизации общества.

Выявленная совокупность цифровых решений, применяемая в процессе обучения информационным технологиям студентов физико-математических направлений подготовки, позволила систематизировать отечественный и международный опыт организации образовательных траекторий в разрезе практического развития цифровых компетенций обучающихся.

Список литературы

- [1] Семенов Ю.И. Всемирная история как единый процесс развития человечества во времени и пространстве // *Философия и общество*. 1997. № 1. С. 156–217.
- [2] Bell D. *The coming of post-industrial society: A venture in social forecasting*. New York: Basic Books; 1973. <https://archive.org/details/comingofpostind000bell/mode/2up>
- [3] Ракитов А.И. *Информационная технология и информатизация современного общества: сводный реферат*. М.: ИНИОН РАН, 1989. 19 с.

- [4] Григорьев С.Г., Гриншкун В.В. О разработке учебника «Информатизация образования» // Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования. 2005. № 4. С. 24–28.
- [5] Литвинов А.А., Мазур О.Г., Звонок Н.С. Эволюция процесса цифровой трансформации современного общества: основные концептуальные подходы // Известия Тульского государственного университета. Серия: Гуманитарные науки. 2024. Вып. 1. С. 83–93. <https://doi.org/10.24412/2071-6141-2024-1-83-93>
- [6] Агранович М.Л. Индикаторы достижения целей устойчивого развития в сфере образования и национальная образовательная политика // Вопросы образования. 2017. № 4. С. 242–264.

References

- [1] Semenov YuI. World history as a single process of human development in time and space. *Philosophy and Society*. 1997;1:156–217. (In Russ.)
- [2] Bell D. *The coming of post-industrial society: A venture in social forecasting*. New York: Basic books; 1973. <https://archive.org/details/comingofpostind000bell/mode/2up>
- [3] Rakitov AI. *Information technology and informatization of modern society: correlated abstract*. Moscow: INION of Russian Academy of Sciences; 1989. (In Russ.)
- [4] Grigoriev SG, Grinshkun VV. On the development of the textbook “Informatization of Education”. *Vestnik of Moscow City University. Series: Informatics and Informatization of Education*. 2005;4:24–28. (In Russ.)
- [5] Litvinov AA, Mazur OG, Zvonok NS. Evolution of the process of digital transformation of modern society: main conceptual approaches. *Izvestiya Tula State University. Series: Human Sciences*. 2024;1:83–93. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/2071-6141-2024-1-83-93>
- [6] Agranovich ML. Achievement indicators for sustainable development goals in education and national education policies. *Educational Studies Moscow*. 2017;4:242–264. (In Russ.)

Сведения об авторе:

Добромиров Даниил Денисович, специалист, центр сравнительного и международного образования, учебно-научный институт сравнительной образовательной политики, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6. ORCID: 0000-0001-7981-8873. E-mail: dobromirov_dd@pfur.ru

Bio note:

Daniil D. Dobromirov, Specialist, Center for Comparative and International Education, Educational and Scientific Institute of Comparative Educational Policy, RUDN University, 6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation. ORCID: 0000-0001-7981-8873. E-mail: dobromirov_dd@pfur.ru

DOI: 10.22363/2312-8631-2025-22-1-109-122

EDN: THQCTX

УДК 373.5

Научная статья / Research article

О подходах к использованию нейронных сетей в качестве объекта и средства обучения в начальной и основной школе

Н.А. Ортина *Школа № 293 имени А.Т. Твардовского, Москва, Российская Федерация*✉ ortina@yandex.ru

Аннотация. *Постановка проблемы.* В статье выполнен анализ научных работ о применении искусственного интеллекта в различных областях деятельности человека и использовании нейронных сетей в образовании. Проблемой, требующей проведения исследований, является то, что нейросети при обучении школьников должны рассматриваться не только как объект изучения, но и как средство обучения. *Методология.* В ходе исследования разработана и апробируется авторская модель интегрированного использования нейронных сетей в качестве объекта и средства обучения. Для определения истинности выдвигаемых утверждений на занятиях по информатике в московской школе № 293 проведен педагогический эксперимент, основанный на использовании критерия χ^2 Пирсона. *Результаты.* Показаны причины быстрого развития нейронных сетей. Предложены способы и примеры их применения на уроках информатики в начальной и основной школе, примеры генерации недостоверного материала. Приведен список программ и нейросетей для работы школьников с мультимедийными материалами. Описаны этапы работы школьников на примере нейросети Kandinsky 3.1. Изложены результаты экспериментальной проверки эффективности использования нейронных сетей в подготовке школьников к работе с содержательным наполнением электронных изданий. *Заключение.* Для эффективного применения нейронных сетей в обучении рекомендуется рассматривать их как объект изучения, уделяя внимание проблеме достоверности сгенерированного материала, угрозам и рискам постоянного обращения школьников к нейронным сетям. При использовании таких сетей в качестве средства обучения следует объяснять критерии, на основании которых школьник будет выбирать нейронную сеть в зависимости от существующих задач и интересов.

Ключевые слова: нейронные сети, искусственный интеллект, ИИ, начальная школа, основная школа, информатика, информатизация образования

Заявление о конфликте интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

© Ортина Н.А., 2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

История статьи: поступила в редакцию 29 июля 2024 г.; доработана после рецензирования 13 сентября 2024 г.; принята к публикации 25 сентября 2024 г.

Для цитирования: *Ортина Н.А.* О подходах к использованию нейронных сетей в качестве объекта и средства обучения в начальной и основной школе // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2025. Т. 22. № 1. С. 109–122. <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2025-22-1-109-122>

On approaches to using neural networks as an object and a means of learning in primary and secondary school

Natalia A. Ortina 

A.T. Tvardovsky School No. 293, Moscow, Russian Federation

✉ ortina@yandex.ru

Abstract. *Problem statement.* The article analyzes scientific papers on the application of artificial intelligence in various fields of human activity and the use of neural networks in education. The problem that requires research is that such networks should be considered not only as an object for study, but also as a means of teaching schoolchildren. *Methodology.* In the course of the research, the author's model of integrated use of neural networks as an object and a means of learning has been developed and tested. To determine the truth of the statements put forward, a pedagogical experiment based on the use of Pearson's criterion χ^2 was conducted in computer science classes of the school No. 293 in Moscow. *Results.* The paper shows the reasons for rapid development of neural networks. The methods and examples of their application in computer science lessons in primary and secondary school as well as examples of generating unreliable material are proposed. The examples of programs and neural networks for schoolchildren to work with multimedia materials are given. The stages of schoolchildren's work are proposed using the example of the Kandinsky 3.1 neural network. The results of an experimental test of the effectiveness of using neural networks in preparing schoolchildren to work with the content of electronic publications are described. *Conclusion.* For the effective use of neural networks in teaching, it is recommended to consider them as an object of study, paying attention to the problem of reliability of generated material, threats and risks of constant use of neural networks by schoolchildren. When using such networks as a learning tool, it is necessary to explain the criteria on the basis of which a student will choose a neural network depending on existing tasks and interests.

Keywords: neural networks, artificial intelligence, AI, elementary school, primary school, computer science, informatization of education

Conflicts of interest. The author declares that there is no conflict of interest.

Article history: received 29 July 2024; revised 13 September 2024; accepted 25 September 2024.

For citation: Ortina NA. On approaches to using neural networks as an object and a means of learning in primary and secondary school. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2025;22(1):109–122. <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2025-22-1-109-122>

Постановка проблемы. В настоящее время технология искусственного интеллекта (ИИ) охватывает многие сферы деятельности человека. Эта технология рассматривается в том числе как компонент информатизации процесса обучения. Вопросы информатизации образования и профессиональной деятельности учителя информатики в условиях цифровой трансформации образования в своих работах рассматривали С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун, Л.Л. Босова [1; 2]. Возможностям, проблемам и потенциалу развития изучения основ ИИ в общеобразовательной школе посвятили свои исследования такие авторы, как А. Алам, И.В. Панова, Д.Д. Баран, Е.В. Шевчук, О.В. Чернышенко и др. [3–7].

Согласно Указу Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» утверждена Национальная стратегия развития этой технологии на период до 2030 г., которая направлена на обеспечение ускоренного развития технологии ИИ в стране, проведение научных исследований, повышение доступности информации и вычислительных ресурсов, а также совершенствование системы подготовки кадров в этой области¹.

О пользе проведения исследований, касающихся применения технологии ИИ (в том числе нейронных сетей) в образовании, высказывались В.В. Гриншкун и Л.А. Шунина [8, с. 50]. В работах А.А. Заславского, И.А. Филиповой, Е.В. Никишкиной, П.Г. Шеленговского, А.А. Пасковой и других авторов описан зарубежный опыт использования нейронных сетей, возможности и способы применения нейросетей в образовательном процессе, этические и правовые аспекты их применения [9–13].

Существенной *проблемой*, требующей проведения дополнительных педагогических исследований, является тот факт, что нейронные сети в образовании должны рассматриваться не только как объект изучения на уроках информатики, но и как средство обучения. Самыми распространенными способами применения нейронных сетей в образовании как средства обучения выступают адаптивное обучение, визуальное сопровождение, контроль знаний, обработка естественного языка, рекомендация и генерация материалов, распознавание ошибок и прогнозирование обучения.

Современные нейронные сети характеризуются очень быстрым темпом развития и сильно отличаются от тех, которые были популярны всего пять лет назад. Сегодня появляется возможность обучать и использовать более крупные и сложные нейронные сети. Этому способствует увеличение вычислительных возможностей, упрощение доступа к большим данным, улучшение алгоритмов обучения нейросетей, адаптивное обучение нейросетей к различным задачам и интерес к ИИ в целом (рис. 1).

¹ О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации. Указ Президента РФ от 10.10.2019 г. № 490. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72738946/> (дата обращения: 20.07.2024)



Рис. 1. Причины быстрого развития нейронных сетей

Источник: составлено Н.А. Ортиной.

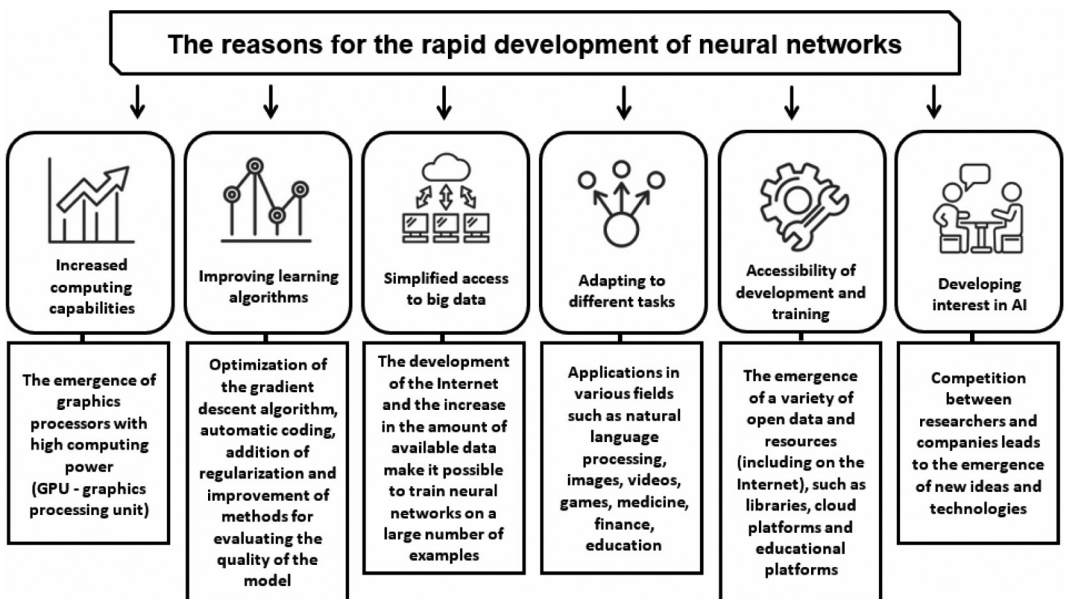


Figure 1. The reasons for the rapid development of neural networks

Source: compiled by Natalia A. Ortina.

Благодаря столь быстрому развитию нейронных сетей стало возможным их применение в качестве средства обучения на уроках информатики. Подобные примеры использования были описаны в статье А.А. Заславского «Три способа применения нейросетей в образовательном процессе» [9, с. 513]. В указанной публикации описывается потенциал использования нейросетей в качестве дополнительного источника информации, для

составления вопросов (промптов, от англ. prompt) и создания иллюстраций.

Методология. Методы и способы применения нейронных сетей на уроках информатики могут быть значительно расширены. Например, работу с текстовыми запросами следует воспринимать не только в качестве способа генерации текстового материала как источника получения знаний, но и в качестве источника получения идей для его создания. Также стоит отметить, что набирают популярность сервисы, которые предлагают нейросети для изменения формы, стиля или языка написания.

При работе с бумажными записями (тетрадами по различным предметам) ученик может за считанные минуты с помощью нейросети RusAlph, которая распознает рукописный русский текст, перевести их в цифровой вид для удобства хранения и доступа к информации. Во время подготовки домашнего задания, доклада или проекта ученик может воспользоваться популярными нейронными сетями, такими как GPT-4, Алиса или GigaChat, для перефразирования, увеличения или уменьшения объема самостоятельно написанного текста, а также для представления текста в виде списка или таблицы.

Если ученику необходимо перевести свои работы на другой язык, то он также будет иметь дело с нейросетями, которые используются популярными онлайн-переводчиками. Подобные методы и технологии доступны не только для работы с текстом, но и с любым другим содержательным наполнением электронных изданий (графическая, аудио-, видео-, мультимедийная информация). Но для результативной работы ученика с нейронными сетями следует в первую очередь уделить внимание занятиям, на которых нейронная сеть рассматривается как объект изучения.

Результаты и обсуждение. Анализ научной литературы, опыта педагогической деятельности, а также существенного образовательного потенциала использования нейронных сетей как средства обучения позволяет создать модель подготовки школьников к разработке содержательного наполнения электронных изданий. Согласно данной модели, обучение школьников предлагается проводить последовательно в несколько этапов.

На первом этапе нейронные сети выступают в качестве объекта изучения. На этом этапе к изучению могут быть предложены следующие темы:

- принцип работы нейронных сетей, историческая справка;
- классификация нейронных сетей;
- правила поиска и создания (промпт) материала;
- правила изменения (регенерации) материала;
- этические и правовые аспекты использования нейронных сетей;
- возможности и преимущества использования нейросетей;
- риски и угрозы использования нейронных сетей;
- критерии отбора нейросетей под конкретные задачи.



Рис. 2. Использование нейронных сетей в качестве объекта и средства обучения

Источник: составлено Н.А. Ортиной.

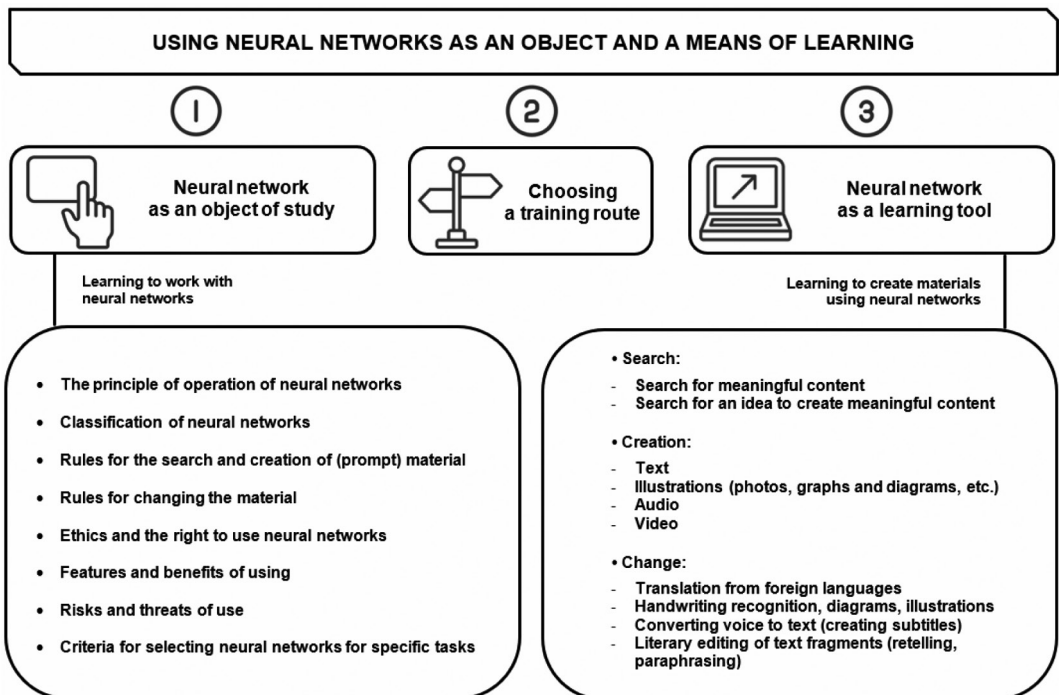


Figure 2. The use of neural networks as an object and a means of learning

Source: compiled by Natalia A. Ortina.

Особое внимание предлагается уделить разговору со школьниками о достоверности материала, сгенерированного нейронной сетью. Важно объяснить, что нейросети, собирая информацию из открытых источников, обрабатывая большие данные, могут делать ошибочные выводы о различных действиях, персонажах, людях и пр. Анализируя ошибки нейросетей на примерах конкретных людей или персонажей книг и фильмов, можно выделить некоторые закономерности. Предположим, что школьник пытается узнать о персонаже книги, который ему интересен, о сюжете или финале рассказа. Большинство нейросетей обрабатывают все данные (если не задан конкретный расширенный промпт), которые доступны в сети Интернет. В таком случае сюжет или характер персонажа будет передан не только по аутентичной книге автора, но и по всем рассказам, которые присутствуют в сети и имеют другое авторство. Известны случаи, когда нейросеть связывала название книги автора с его деятельностью, так что писатель становился врачом или торговцем; политик превращался в нарушителя закона по причине упоминания в своих речах страны, которую нейросеть из-за политических воззрений ее представителей почитала субъектом незаконных действий².

На втором этапе формируется индивидуальный маршрут обучения в зависимости от знаний, потребностей и интересов обучающегося. Важно отметить, что если интерес к созданию графических материалов с помощью традиционных программ проявляется в основном у школьников, которые имеют способности к рисованию, то при создании графических материалов с помощью нейронных сетей этот интерес значительно возрастает и среди других учеников.

В рамках третьего этапа обучения нейронные сети выступают в качестве средства обучения школьников [14]. В таблице приведены примеры «классических» программ (сервисов) и современных нейросетей в зависимости от действий пользователя с различными материалами.

Использование программ (сервисов) и нейронных сетей в зависимости от действий с содержательным наполнением электронных изданий

	Действие	Программа (сервис)	Нейросеть
Поиск	Поиск содержательного наполнения	Сайты, поисковые сервисы в сети Интернет	GPT, Алиса, GigaChat, Маруся
	Поиск идеи для создания содержательного наполнения	Сайты, поисковые сервисы в сети Интернет	GPT, Алиса, GigaChat, Маруся
Генерация	Текст	MS Word, LibreOffice, Pages, iWork	GPT, Алиса, GigaChat, Маруся
	Иллюстрации (фотографии, графики, диаграммы и др.)	MS Paint, Krita, Gimp, Adobe Photoshop, iWork, Renderforest	Kandinsky, Шедеврум, Midjourney, Rows

² What can you do when A.I. lies about you? // The New York Times. 3 August 2023. <https://www.nytimes.com/2023/08/03/business/media/ai-defamation-lies-accuracy.html> (accessed: 20.07.2024)

Окончание табл.

	Действие	Программа (сервис)	Нейросеть
	Видео	Movavi Video Editor, Adobe Premiere, Vegas, Renderforest	Kandinsky, Gen, Puppetry
	Аудио	Audacity, Movavi	Suno AI
	Мультимедиа (презентации)	MS Word, LibreOffice, Pages, iWork	Beautiful.ai, Slidebean
Редактирование	Распознавание рукописного текста, схем, иллюстраций	Microsoft OneNote, Pen to Print	RusAlph
	Перевод с иностранных языков	Яндекс-переводчик, Google Translate, PROMT	Яндекс-переводчик, Google Translate, PROMT
	Конвертация голоса в текст (создание субтитров)	CapCut, Blink	Glasp
	Корректировка изображений и видео в различных стилях	Movavi, Vegas, Adobe Photoshop	DALL-E, Pixel Cut
	Литературное редактирование фрагментов текста (пересказ, перефразирование)	Только использование шаблонов: Storyist	GPT-4

Источник: составлено Н.А. Ортиной.

The use of programs (services) and neural networks depending on actions with the content component of electronic publications

	Action	Program (service)	Neural network
Search	Search for content	Websites, search Internet services	GPT, Alice, GigaChat, Marusia
	Search for ideas to create content	Websites, search Internet services	GPT, Alice, GigaChat, Marusia
Generation	Text	MS Word, LibreOffice, Pages, iWork	GPT, Alice, GigaChat, Marusia
	Illustrations (photos, graphs and diagrams, etc.)	MS Paint, Krita, Gimp, Adobe Photoshop, iWork, Renderforest	Kandinsky, Shedevrum, Midjourney, Rows
	Video	Movavi Video Editor, Adobe Premiere, Vegas, Renderforest	Kandinsky, Gen, Puppetry
	Audio	Audacity, Movavi	Suno AI
	Multimedia (presentations)	MS Word, LibreOffice, Pages, iWork	Beautiful.ai, Slidebean
Editing	Handwriting recognition, diagrams, illustrations	Microsoft OneNote, Pen to Print	RusAlph
	Translation from foreign languages	Yandex Translator, Google Translate, PROMT	Yandex Translator, Google Translate, PROMT
	Converting voice to text (creating subtitles)	CapCut, Blink	Glasp
	Adjust images and videos in different styles	Movavi, Vegas, Adobe Photoshop	DALL-E, Pixel Cut
	Literary editing of text fragments (retelling, paraphrasing)	Using templates only: Storyist	GPT-4

Source: compiled by Natalia A. Ortina.

При использовании «классических» программ (сервисов) требуется время на изучение каждой из них. Нейросети же чаще всего действуют по единому принципу, и школьнику, изучившему принцип работы одной сети, будет легко ориентироваться в большинстве из них.

На третьем этапе для обучения школьников созданию и изменению графического материала на примере нейросети Kandinsky 3.1 можно предложить следующие практические шаги:

Генерация материала (промпт). Ученику предстоит правильно задать промпт на интересную для него тему, а затем из нескольких генераций выбрать наиболее подходящий материал. На рис. 3 изображение слева показывает пример промпта «кот спит на подушке» и полученный по нему материал.

Негативный промпт. В сгенерированном изображении учитель может выявить определенные недочеты и предложить школьнику исправить первоначальный запрос, исключив из него ненужные детали. Для этого ученику предстоит воспользоваться сервисом «негативный промпт» и задать в этом сервисе значения или объекты, которые он не хотел бы видеть в сгенерированном изображении. На рис. 3 центральное изображение сгенерировано с учетом негативного промпта «кровать». Итоговое изображение показано уже более крупным планом.

Стиль. Школьнику предлагается выбрать один из восемнадцати стилей рисования и регенерировать изображение. На рис. 3 изображение справа сгенерировано в стиле «рисунок карандашом».

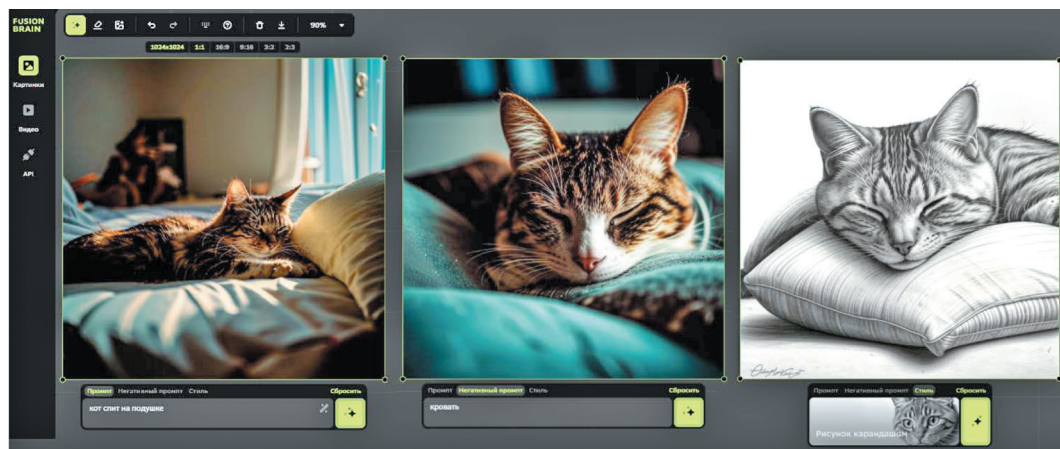


Рис. 3. Пример создания и редактирования изображения с помощью нейросети Kandinsky 3.1 (<https://www.sberbank.com/promo/kandinsky/>) учеником 3 класса
Источник: подготовлено Н.А. Ортиной.

Figure 3. An example of creating and editing an image using the Kandinsky 3.1 neural network (<https://www.sberbank.com/promo/kandinsky/>) by the 3rd year student of primary school
Source: prepared by Natalia A. Ortina.

Важно отметить, что при повторном выполнении работы пункты 1–3 школьник может выполнять одновременно, не разбивая на последовательные шаги.

Выделение и изменение части объекта. С помощью инструмента «ластик» предлагается удалить часть сгенерированного изображения в том месте, где ученик предполагает добавить новый элемент. Затем школьник

может задать промпт, и его генерация нейросетью будет происходить только в части изображения, отмеченной инструментом «ластик». На рис. 4 представлены примеры генераций части изображения.



Рис. 4. Пример редактирования изображения с помощью нейросети Kandinsky 3.1 (<https://www.sberbank.com/promo/kandinsky/>) учеником 5 класса

Источник: подготовлено Н.А. Ортиной.

Figure 4. An example of editing an image using the Kandinsky 3.1 neural network (<https://www.sberbank.com/promo/kandinsky/>) by the 5th year student of secondary school

Source: prepared by Natalia A. Ortina.

Проверка качества генерации и сохранение материала. Просмотр итогового изображения и его сохранение для дальнейшего использования в качестве содержательного наполнения электронных изданий. Нейросети не всегда способны точно генерировать анатомию тела людей и животных. В примере на рис. 4 показана генерация изображения животного с неправильной анатомией лап. Другой яркой отличительной особенностью работы нейронных сетей является отображение вымышленного алфавита (рис. 5).

В целом, проведенное исследование позволяет сделать вывод, что использование нейросетей в качестве средства обучения способно повысить эффективность обучения, адаптировать его под индивидуальные особенности учащихся и повысить интерес школьников к образовательному процессу.

При этом, если в систему обучения информатике в начальной и основной школе внедрить интегрированное использование нейронных сетей

в качестве объекта изучения и средства обучения, то повысится эффективность разработки содержательного наполнения электронных изданий, в том числе мультимедийного материала, за счет уменьшения времени его создания, повышения качества графического материала и возможности творческой реализации ученика с любым уровнем подготовки.

Для определения истинности данного утверждения был организован педагогический эксперимент, основанный на использовании критерия χ^2 Пирсона.

Экспериментальная проверка эффективности предлагаемых подходов проводилась с 12 февраля по 19 апреля 2024 г. на базе школы № 293 им. А.Т. Твардовского г. Москвы среди учеников 4–5 классов в рамках уроков информатики в системе основного и дополнительного образования. Для проведения эксперимента было сформировано две группы (контрольная и экспериментальная) по 15 учеников одинакового уровня подготовки в каждой группе.

На первом этапе исследования было организовано входное тестирование, которое установило исходные знания школьников о создании изображений – содержательного компонента электронных изданий. Далее было проведено обучение обеих групп по теме «Создание и редактирование изображений» с применением различных средств, но в равном объеме. Обучение контрольной группы осуществлялось с использованием только традиционных средств обучения, а обучение экспериментальной группы – с использованием нейронных сетей как средства обучения. По окончании обучения школьники обеих групп прошли итоговое тестирование с оценкой по 100-балльной шкале.

Для визуального представления средних баллов входного и итогового тестирования составлена гистограмма, представленная на рис. 6.

Представленная на рис. 6 гистограмма иллюстрирует, что разница между результатами итогового тестирования в контрольной и экспериментальной группах составила 21,13 балла в пользу экспериментальной группы. Это позволяет сделать вывод о том, что школьники из экспериментальной группы смогли получить более высокий средний балл за счет использования нейронных сетей в создании и редактировании изображений, хотя на входном тестировании они показали чуть более низкие результаты, чем учащиеся из контрольной группы.



Рис. 5. Пример воспроизведения текста на изображении, созданном с помощью нейросети Kandinsky 3.1 (<https://www.sberbank.com/promo/kandinsky/>)
Источник: подготовлено Н.А. Ортиной.

Figure 5. An example of displaying text on an image created using the Kandinsky 3.1 neural network (<https://www.sberbank.com/promo/kandinsky/>)
Source: prepared by Natalia A. Ortina.

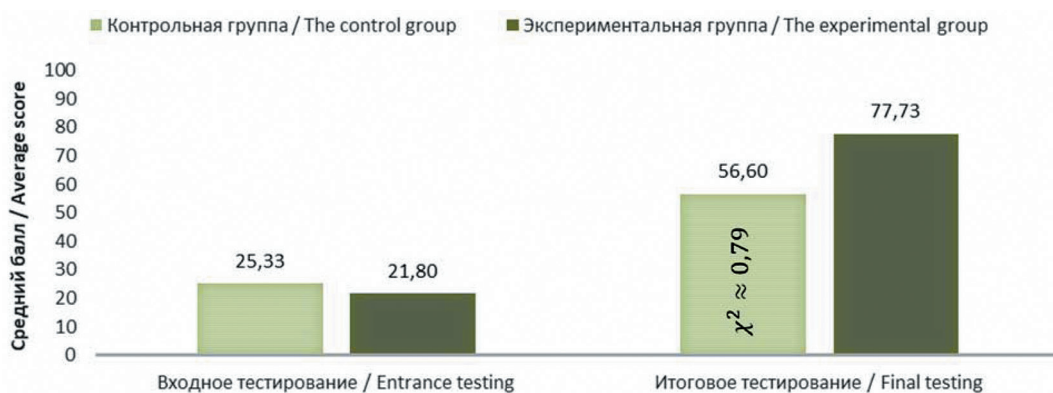


Рис. 6. Гистограмма, отражающая влияние использования нейронных сетей на эффективность обучения школьников

Источник: создано Н.А. Ортиной.

Figure 6. A histogram reflecting the impact of using neural networks on the effectiveness of teaching schoolchildren

Source: created by Natalia A. Ortina.

Заклучение. Для эффективного использования нейронных сетей в обучении школьников рекомендуется на первом этапе рассматривать нейронные сети как объект изучения. Пристальное внимание следует уделить разговорам о достоверности сгенерированных материалов и правомерности их использования, а также об угрозах и рисках постоянного обращения школьников к ресурсам нейросетей.

На следующем этапе при представлении нейронных сетей в качестве средства обучения необходимо выстраивать образовательный процесс поэтапно, объясняя критерии, на основании которых школьник будет выбирать ту или иную нейронную сеть в зависимости от существующих задач и интересов. Подобные исследования внесут значимый вклад в становление и развитие системы подготовки школьников по информатике, в рамках которой будет предусмотрено интегрированное использование нейронных сетей в качестве объекта и средства обучения.

Список литературы

- [1] Григорьев С.Г., Гриншкун В.В. О разработке учебника «Информатизация образования» // Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования. 2005. № 4. С. 24–28.
- [2] Босова Л.Л., Босова А.Ю. О профессиональной деятельности учителя информатики в условиях цифровой трансформации образования // Информатика в школе. 2021. № 7 (170). С. 10–14. <https://doi.org/10.32517/2221-1993-2021-207-10-14>
- [3] Alam A. Possibilities and apprehensions in the landscape of artificial intelligence in education // Proceedings of 2021 International Conference on Computational Intelligence and Computing Applications, Nagpur, India, 26–27 November 2021. IEEE Press, 2021. <https://doi.org/10.1109/iccica52458.2021.9697272>

- [4] Панова И.В., Баран Д.Д. О возможности изучения основ искусственного интеллекта в общеобразовательной школе // Образование в цифровую эпоху: опыт, проблемы и перспективы: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции преподавателей, студентов, аспирантов, докторантов и заинтересованных лиц, Нижний Новгород, 29 декабря 2021 г. Нижний Новгород: Мининский университет, 2021. С. 29–34.
- [5] Шевчук Е.В. Использование нейронных сетей в системе образования: проблемы и перспективы // Информационно-коммуникационные технологии в педагогическом образовании. 2024. № 1 (88). С. 93–96.
- [6] Чернышенко О.В. Потенциал технологий искусственного интеллекта в современной образовательной системе // Инновации в образовании. 2024. № 1. С. 95–101.
- [7] Петренко Т.Ф., Левина Н.Н. Искусственный интеллект в образовании: проблемы и перспективы // Профессиональная коммуникация: актуальные вопросы лингвистики и методики. 2024. № 17-1. С. 67–73.
- [8] Гриншкун В.В., Шунина Л.А. Искусственный интеллект в образовательной деятельности и подготовке педагогов: необходимость исследований / под ред. В.В. Гриншкун // Современная {цифровая} дидактика: монография. Т. 2. М.: ООО «А-Приор», 2023. С. 49–55. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=60046236>
- [9] Заславский А.А. Три способа применения нейросетей в образовательном процессе // Педагогическая инноватика и непрерывное образование в XXI веке: сборник научных трудов II Международной научно-практической конференции, Киров, 20 мая 2024 г. Киров: Вятский государственный агротехнологический университет, 2024. С. 512–514.
- [10] Филипова И.А. Нейросети: применение, вопросы этики и права // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Право. 2023. Т. 23. № 4. С. 76–81. <https://doi.org/10.14529/law230411>
- [11] Никишкина Е.В., Ларин С.Э., Белаш В.Ю. Нейросети и образование: положительные и отрицательные стороны, возможности использования // Педагогический вестник. 2024. № 32. С. 54–58.
- [12] Шеленговский П.Г., Грачева Д.А. Искусственный интеллект и авторское право в современных условиях // Экономика. Право. Общество. 2023. Т. 8. № 3 (35). С. 79–85. <https://doi.org/10.21686/2411-118X-2023-3-79-85>
- [13] Паскова А.А. Зарубежный опыт использования нейронных сетей в персонализации электронного обучения // Актуальные вопросы науки и образования. 2022. № 2. С. 19–21.
- [14] Пузанкова Л.В., Зайцева А.А. Искусственный интеллект как средство обучения в общеобразовательной школе // Информатика и прикладная математика. 2023. № 29. С. 103–106.

References

- [1] Grigoriev SG, Grinshkun VV. On the development of the textbook “Informatization of Education”. *Vestnik of Moscow City University. Series: Informatics and Informatization of Education*. 2005;4:24–28. (In Russ.)
- [2] Bosova LL, Bosova AYU. On the professional activities of computer science teachers in the conditions of digital transformation of education. *Informatics in School*. 2021;7(170):10–14. (In Russ.) <https://doi.org/10.32517/2221-1993-2021-20-7-10-14>
- [3] Alam A. Opportunities and concerns in the context of the use of artificial intelligence in education. In: *Proceedings of 2021 International Conference on Computational Intelligence and Computing Applications, 26–27 November 2021, Nagpur, India*. IEEE Press; 2021. <https://doi.org/10.1109/iccica52458.2021.9697272>

- [4] Panova IV, Baran DD. On the possibility of studying the basics of artificial intelligence in a secondary school. In: *Education in the digital age: experience, problems and prospects: Collection of Articles Based on the Materials of the International Scientific and Practical Conference of Teachers, Students, Postgraduates, Doctoral students and Interested Persons, 29 December 2021, Nizhny Novgorod*. Nizhny Novgorod: Minin University; 2021. p. 29–34. (In Russ.)
- [5] Shevchuk EV. The use of neural networks in the education system: problems and prospects. *Information and Communication Technologies in Pedagogical Education*. 2024;1(88):93–96. (In Russ.)
- [6] Chernyshenko OV. The potential of artificial intelligence technologies in the modern educational system. *Innovations in Education*. 2024;1:95–101. (In Russ.)
- [7] Petrenko TF, Levina NN. Artificial intelligence in education: challenges and prospects. *Professional Communication: Topical Issues of Linguistics and Methodology*. 2024;17-1:67–73. (In Russ.)
- [8] Grinshkun VV, Shunina LA. Artificial intelligence in educational activities and teacher training: the need for research. In: Grinshkun VV. (ed.) *Modern {digital} didactics*. Vol. 2. Moscow: A-Prior LLC; 2023. p. 49–55. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=60046236>
- [9] Zaslavsky AA. Three ways of using neural networks in the educational process. In: *Pedagogical innovation and continuing education in the XXI century: Collection of Scientific Papers of the II International Scientific and Practical Conference, 20 May 2024, Kirov*. Kirov: Vyatka State Agrotechnological University; 2024. p. 512–514. (In Russ.)
- [10] Filipova IA. Neural networks: application, issues of ethics and law. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Law*. 2023;23(4):76–81. (In Russ.) <https://doi.org/10.14529/law230411>
- [11] Nikishkina EV, Larin SE, Belash VYu. Neural networks and education: positive and negative sides, possibilities of use. *Pedagogical Bulletin*. 2024;32:54–58. (In Russ.)
- [12] Shelengovsky PG, Gracheva DA. Artificial intelligence and copyright in modern conditions. *Economy. Right. Society*. 2023;8(3(35)):79–85. (In Russ.) <https://doi.org/10.21686/2411-118X-2023-3-79-85>
- [13] Paskova AA. Foreign experience of using neural networks in the personalization of e-learning. *Current Issues of Science and Education*. 2022;2:19–21. (In Russ.)
- [14] Puzankova LV, Zaitseva AA. Artificial intelligence as a means of teaching in a secondary school. *Informatics and Applied Mathematics*. 2023;29:103–106. (In Russ.)

Сведения об авторе:

Ортина Наталья Александровна, учитель информатики, школа № 293 имени А.Т. Твардовского, Российская Федерация, 129301, Москва, ул. Ярославская, д. 27. ORCID: 0009-0004-5534-350X. SPIN-код: 7704-3271. E-mail: ortina@yandex.ru

Bio note:

Natalia A. Ortina, Computer Science Teacher, A.T. Tvardovsky School No. 293, 27 Yaroslavskaia St, Moscow, 129301, Russian Federation. ORCID: 0009-0004-5534-350X. SPIN-code: 7704-3271. E-mail: ortina@yandex.ru