

Министерство просвещения Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Российский государственный
профессионально-педагогический университет»

Ministry of Education of the Russian Federation Russian State
Vocational Pedagogical University I

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ И НАУКЕ

NEW INFORMATION TECHNOLOGIES IN EDUCATION AND SCIENCE

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

2024 №1 (13)

Екатеринбург
РГППУ

Журнал основан в 2018
ISSN 2587-6910
ISSN 2782-7429

Magazine was founded in 2018

Учредитель:
ФГАОУ ВО «Российский государствен-
ный Профессионально-педагогиче-
ский университет»
620012, Россия, г. Екатеринбург,
ул. Машиностроителей, 11.
www.rsvpu.ru

By Russian State Vocational Pedagogical
University

Журнал ориентирован на научное об-
суждение актуальных проблем в обла-
сти применения IT-технологий в обра-
зовании и науке.

The magazine focuses on scientific dis-
cussion and implementation of IT tech-
nologies in education and science areas.

Журнал осуществляет научное рецен-
зирование (двустороннее слепое)
всех поступающих в редакцию мате-
риалов.

The magazine implements a double-
blind scientific review of all materials
and articles received by the editor.

Все рецензенты являются признан-
ными специалистами по тематике ре-
цензируемых материалов. Рецензии
хранятся в издательстве и редакции 5
лет. Редакция журнала направляет ав-
торам представленных материалов
копии рецензий или мотивационный
отказ

All magazine editors are recognized ex-
perts in the subject of the reviewed ma-
terials. Reviews are stored in the pub-
lishing house and editorial office for the
next 5 years. The magazine editors send
copies of reviews or a motivational re-
fusal to the authors of all submitted ma-
terials and articles.

Журнал включен в систему Россий-
ского индекса научного цитирования
(РИНЦ)

The magazine was added to the Russian
Science Citation Index system (RSCI).

Главный редактор:

Анахов Сергей Вадимович — зав. каф. математических и естественнонаучных дисциплин РГППУ, доктор технических наук, член-корреспондент РАЕ (Российской Академии Естествознания)

Научный редактор:

Гейн Александр Георгиевич кандидат физико-математических наук, доктор педагогических наук, профессор Действительный член Академии информатизации образования Российской Федерации (2001).

Технический редактор: О. П. Иванникова

Корректоры:

Т. В. Шептунова, О. В. Половникова, Е. В. Суворова, Е. В. Евстигнеева, Н. А. Ушенина, А. В. Кебель

Макет, верстка: Б. А. Редкина

Дизайн обложки: Kandinsky 3.1

Перевод (английский): И. А. Садчиков

Перевод (китайский): Т. У. Даминова

Типография: ООО «Издательство УМЦ УПИ»

Редакция: 620012, Россия, г. Екатеринбург, ул. Машиностроителей, 11 Тираж: 100 экз.

Lead editor:

Anakhov Sergey Vadimovich – head of MEH department, Institute of Engineering and Pedagogical Education of the Russian State Pedagogical University, candidate of technical sciences, associate professor

Scientific editor:

Gein Alexander Georgyevich

Technical editor: O. P. Ivannikova

Correctors:

T. V. Sheptunova, O. V. Polovnikova, E. V. Suvorova, E. V. Evstigneeva, N. A. Ushenina, A. V. Kebel

Layout: B.A. Redkina

Cover designer: Kandinsky 3.1

English translation: I.A.Sadchikov

China translation: T.U. Daminova

Printing house: ООО "Publishing House UMC

UPI" Editorial office: 620012, Russia, Yekaterinburg, st. Mashinostroiteley, 11 Circulation: 100 copies.

Журнал «Новые информационные технологии в образовании и науке» —научно-практическое издание, где публикуются материалы в области применения информационных технологий, автоматизированных систем в образовании и науке, информатизации и технического обеспечения образовательного процесса. Журнал издается на русском языке. По специальному решению редколлегии отдельные статьи могут печататься на английском языке. Журнал включен в Российский индекс научного цитирования с размещением полнотекстовых версий на сайте Научной электронной библиотеки elibrary.ru. Все статьи, опубликованные в журнале, прошли рецензирование. Все рецензенты являются специалистами по тематике рецензируемых материалов. Ответственность за достоверность информации, содержащейся в публикуемых материалах, несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов.

The "New Information Technologies in Education and Science" magazine publishes articles on IT apps, education automated systems, informatization, and technical support of the educational process areas. The main magazine language is Russian, but the editorial board decided that some articles could be published in English. The magazine includes the Russian Science Citation Index with full-text versions of articles on the website (elibrary.ru). All articles published in the magazine have been reviewed. All reviewers are specialists in the subject of the reviewed materials. The authors are responsible for the accuracy of the information contained in the published materials. The editors opinion may not coincide with the authors opinion.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Богданова Диана Александровна кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник, Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, г. Москва

Бурцева Светлана Семеновна кандидат педагогических наук, доцент кафедры методики преподавания русского языка и литературы Северо-Восточного Федерального университета им. М. К. Аммосова, г. Якутск, Республика Саха, Якутия

Горохов Андрей. Витальевич доктор технических наук, профессор кафедры прикладной математики и информационных технологий Центра фундаментального образования, Поволжского государственного технологического университета, г. Йошкар-Ола

Гудков Владимир Владимирович доктор физико-математических наук, профессор кафедры экспериментальной физики Физико-технического института Уральского Федерального Университета им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. г. Екатеринбург,

Евтюгина Алла Александровна доктор педагогических наук, профессор кафедры документоведения, права, истории и русского языка Института гуманитарного и социально-экономического образования Российского государственного профессионально-педагогического университета, г. Екатеринбург

Карасик Александр Аркадьевич кандидат технических. наук, доцент, Директор Института технологий открытого образования Уральского Федерального Университета им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург

Корчажкина Ольга Максимовна кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, г. Москва

Ломовцева Наталья Викторовна кандидат педагогических наук, доцент, проректор по образовательной деятельности и цифровизации, Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург

Мещанинов Виктор Николаевич доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой биохимии Института медицинских клеточных технологий Уральского государственного медицинского университета, г. Екатеринбург

Михайличенко Сергей Анатольевич кандидат технических наук, доцент, проректор по непрерывному образованию, Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова, г. Белгород

Назарова Ольга Борисовна доктор педагогических наук, профессор, кафедры менеджмента Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск

Осипов Александр Владимирович доктор физико-математических наук, профессор кафедры математического анализа и теории функций Института математики и механики УрО РАН, г. Екатеринбург

Олейник Андрей Григорьевич доктор технических наук, профессор, директор Института информатики и математического моделирования им. В.А. Путилова Кольского научного центра РАН, г. Апатиты Мурманская обл.

Поляк Виктор Ефимович кандидат физико-математических наук, генеральный директор корпорации «Диполь», г. Саратов

Плотникова Мария Михайловна доктор исторических наук, профессор, заведующий кафедрой социально-экономических и математических дисциплин, Иркутского государственного университета, г. Иркутск

Сенюгьева Наталья Анатольевна доктор педагогических наук, профессор, НЦ РАО на базе РГППУ, г. Екатеринбург

Смирнова-Трибульская Евгения Николаевна доктор педагогических наук, профессор Факультета этнологии и наук об образовании Шленского университета, г. Катовице, Польша

Федосеев Андрей Алексеевич Кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, г. Москва.

Уривский Алексей Викторович кандидат физико-математических наук, заместитель генерального директора по науке и инновациям ОАО «ИнфоТеКС», г. Москва

Ускова Белла Анатольевна кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой английской филологии и профессиональной коммуникации на иностранных языках Института психолого-педагогического образования, Российский государственный профессионально-педагогический университет, кандидат пед. наук, доцент, г. Екатеринбург

Уткин Анатолий Валерьевич доктор педагогических наук, профессор кафедры педагогики и психологии Института психолого-педагогического образования, руководитель региональной инновационной площадки (заместитель председателя координационного совета). Российский государственный профессионально-педагогический университет. г. Екатеринбург

Чернякова Татьяна Викторовна кандидат педагогических наук, доцент кафедры информационных систем и технологий Российский государственный профессионально-педагогический университет. г. Екатеринбург

Чефранова Анна Олеговна доктор педагогических наук, профессор, генеральный директор учебного центра «ИнфоТеКС», Учебный центр «ИнфоТеКС», г. Москва

EDITORIAL TEAM

Bogdanova Diana Alexandrovna Candidate of Pedagogical Sciences, Senior Researcher of Federal Research Center "Informatics and Management" RAS, Moscow

Burtseva Svetlana Semenovna Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of Methods of Teaching Russian Language and Literature Department of the North-Eastern Federal University named after. M. K. Ammosov, Yakutsk, Republic of Sakha, Yakutia

Gorokhov Andrey. Vitalievich Doctor of Technical Sciences, Professor of Applied Mathematics and Information Technologies Department, Center of Fundamental Education, Volga State Technological University, Yoshkar-Ola

Gudkov Vladimir Vladimirovich Doctor of Physical and Mathematical Sciences, experimental physics department professor, Institute of Physics and Technology of the Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin. Yekaterinburg.

Evtyugina Alla Alexandrovna Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Documentation, law, history and Russian language department, Humanitarian and Social economic education Institute, Russian state vocational pedagogical university, Yekaterinburg

Karasik Alexander Arkadievich Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Director of the Open Education Technologies Institute, Ural Federal University named after the first President Russia B. N. Yeltsin, Yekaterinburg

Korchazhkina Olga Maksimovna Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, "Informatics and Management" Federal Research Center of RAS, Moscow

Lomovtseva Natalya Victorovna Cand. Sci. (Educ.), Associate Professor, Vice-Rector for Educational Activities and Digitalization, Ural State Agrarian University, Ekaterinburg

Meshchaninov Viktor Nikolaevich Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Biochemistry, Medical Cell Technologies Institute, Ural State Medical University, Yekaterinburg

Mikhailichenko Sergey Anatolievich Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Vice-Rector for Continuing Education, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod

Nazarova Olga Borisovna Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of management department, Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, Magnitogorsk

Osipov Alexander Vladimirovich Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Mathematical Analysis and Theory of Functions, Institute of Mathematics and Mechanics, RAS Ural Branch, Yekaterinburg

Oleinik Andrey Grigorievich Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the Institute of Informatics and Mathematical Modeling named after. V.A. Putilov, Kola Scientific Center of RAS, Apatity, Murmansk region.

Polyak Viktor Efimovich Candidate of Physical and Mathematical Sciences, General Director of the "Dipol Corporation", Saratov

Plotnikova Maria Mikhailovna Doctor of Historical Sciences, Professor, Head of Department of Socio-Economic and mathematical disciplines, Irkutsk State University, Irkutsk

Senognoeva Natalya Anatolyevna Doctor of Pedagogical Sciences, Professor in Scientific Center of Russian Academy of Education at base of the Russian State Pedagogical University, Yekaterinburg

Smirnova-Tribulskaya Evgenia Nikolaevna Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Faculty of Ethnology and Educational Sciences, University of Schlön, Katowice, Poland

Fedoseev Andrey Alekseevich Candidate of Technical Sciences, Lead researcher of Federal Research Center "Informatics and management" RAS, Moscow.

Urivsky Alexey Viktorovich Candidate of Physical and Mathematical sciences, Vice General Director for Science and Innovation of AO "InfoTeKS", Moscow

Uskova Bella Anatolyevna Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of English Philology and Professional Communication in Foreign Languages, Institute of Psychological and Pedagogical Education, Russian State Vocational Pedagogical University, Candidate of Pedagogical Science,, Associate Professor, Yekaterinburg

Utkin Anatoly Valerievich Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Pedagogy and Psychology at the Institute of Psychological and Pedagogical Education, Head of the regional innovation platform (Deputy Chairman of the Coordination Council). Russian State Vocational Pedagogical University. Yekaterinburg

Chernyakova Tatyana Viktorovna, candidate of Sciences in Pedagogy, Associate professor, Associate Professor of the Department of Information Systems and Technologies, Russian State Vocational Pedagogical University (Yekaterinburg, Russia)

Chefranova Anna Olegovna Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, General Director of the InfoTeKS Training Center, InfoTeKS Training Center, Moscow

СОДЕРЖАНИЕ

ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ В НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

Анахов С. В. AI и GPT: достижения, вызовы, перспективы.....	9
Горохов А. В., Власова Н. А. Имитационное моделирование как инструмент исследования динамической сложности систем в проектной методике проведения лабораторных занятий в вузе	29
Корчажкина О. М. Математическое моделирование как составляющая инженерного образования	40
Плаксина Л.Т., Лебедкина Д. А. Применение цифровых технологий в подготовке специалистов радиационной дефектоскопии.....	56
Ребко О. В., Казанцева О. Г., Матросова Н. В. Дизайн-мышление при разработке цифровых образовательных проектов.....	64

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СФЕРЕ КУЛЬТУРЫ И ГУМАНИТАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Кузнецов А. В. Большие языковые модели как инструмент историка	75
Троицкая О. Н. Магистерская программа «Цифровое образование»: концепция и реализация.....	93
Для авторов журнала «Новы информационные технологии в образовании и науке»	104

CONTENTS

DIGITAL SOLUTIONS IN THE SCIENTIFIC-EDUCATIONAL SPHERE

Anakhov S. V. AI and GPT: achievements, challenges, prospects9

Gorokhov A. V., Vlasova N. A. Simulation modelling as an instrument of investigation of dynamic complexity of systems in the frame of project teaching methods in laboratory practicals at institution of tertiary education29

Korchazhkina O. M. Mathematical modeling as a component of engineering education40

Plaksina L. T., Lebedkina D. A. The use of digital technologies in the training of radiation flaw detection specialists56

Rebko O. V., Kazantseva O.G., Matrosova N.V. Design thinking for the development of digital educational projects.....64

DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE CULTURE AND HUMANITARIAN EDUCATION AREA

Kuznetsov A. V. Large language models as a historian's tool.....75

Troitskaya O. N. Master's program «Digital education»: concept and implementation.....93

For the authors of the magazine

New information technologies in education and science104

ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ В НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

Обзорная статья

УДК 004.8+004.032.26

DOI: 10.17853/2587-6910-2024-13-9-28

AI И GPT: ДОСТИЖЕНИЯ, ВЫЗОВЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Сергей Вадимович Анахов

ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», Россия, г. Екатеринбург sergej.anahov@rsvpu.ru

Аннотация. Представлен обзор развития технологий искусственного интеллекта за последние годы. Отдельное внимание уделено нейросетевым технологиям и генеративному искусственному интеллекту, реализуемых в больших языковых моделях и алгоритмах трансформеров. Обозначены имеющиеся на данный момент вызовы, тренды, проблемы и перспективы развития в сфере искусственного интеллекта, проявляющие себя как в мировом масштабе, так и в Российской Федерации. Приведены примеры программной реализации упомянутых технологий, а также результаты их внедрения в различные сектора промышленности, науки, культуры, образования и повседневной жизни.

Ключевые слова: информационные технологии, искусственный интеллект, генеративный предварительно обученный трансформер, большая языковая модель, нейросеть, машинное обучение, глубокое обучение, генеративный искусственный интеллект, робототехника

Для цитирования: Анахов С. В. AI и GPT: достижения, вызовы, перспективы // Новые информационные технологии в образовании и науке. 2024. № 13 С. 9–28 <https://doi.org/10.17853/2587-6910-2024-13-9-28>

AI AND GPT: ACHIEVEMENTS, CHALLENGES, PROSPECTS

Sergey Vadimovitch Anakhov

Russian State Vocational Pedagogical University, Russia, Yekaterinburg

Abstract. An overview of the development of artificial intelligence technologies in recent years is presented. Special attention is paid to neural network technologies and generative artificial intelligence implemented in large language models and algorithms of transformers. The current challenges, trends, problems and prospects for development in the field of artificial intelligence, which manifest themselves both on a global scale and in the Russian Federation, are outlined. Examples of the software implementation of these

technologies are given, as well as the results of their implementation in various sectors of industry, science, culture, education and everyday life

Keywords: *information technology, artificial intelligence, generative pre-trained transformer, large language model, neural network, machine learning, deep learning, generative artificial intelligence, robotics*

For citation: *Anakhov S. V. AI and GPT: achievements, challenges, prospects // New information technologies in tduction and science. 2024; 13: 9-28. <https://doi.org/10.17853/2587-6910-2024-13-9-28>*

简评：文章概述了近年来人工智能技术的发展。特别关注在大型语言转换器模型和变压器算法中实现的神经网络技术和生成人工智能。概述了当前俄罗斯与全世界人工智能领域存在的挑战、趋势、问题和发展前景。给出了人工智能技术的软件实施示例，以及在工业、科学、文化、教育和日常生活各个领域的实施结果。

主题词：信息技术；人工智能；生成式预训练的变机器人；大型语言模型；神经网络；机器学习；深度学习；生成式人工智能；机器人工程。

Искусственный интеллект (ИИ или AI — Artificial Intelligence) — одно из наиболее широко употребляемых понятий последних лет в научной, научно-популярной и даже общественной сфере. Не случайно, авторитетный британский словарь Collins и отечественный Институт русского языка имени А. С. Пушкина признали «искусственный интеллект» и «нейросеть» словами 2023 года. Наиболее ярким свидетельством этому служат многочисленные публикации футурологов [1, 2], интервью с руководителями и основателями компаний-разработчиков, профильными и непрофильными специалистами, которые заполнили пространство телевидения, Интернета, YouTube, Telegram-каналов и т. д. Очевидно, что подобный интерес имеет как объективную сторону, связанную с разработкой новых высокоэффективных информационных продуктов, так и субъективную составляющую, которую принято соотносить с появлением любых новых высокотехнологичных решений, способных изменить привычный образ жизни человека и способ его взаимодействия с окружающим миром. Целью данной статьи является поиск объективных обстоятельств подобного информационного взрыва, основанных на обзоре и анализе наиболее значимых достижений, трендов и перспектив развития в сфере искусственного интеллекта, обозначившихся в последнее время.

Подобный анализ, очевидно, следует начать с прояснения понятийного аппарата, лежащего в основе научного и общественного обсуждения достижений и проблем в сфере ИИ. Однако, как показывает анализ известных определений, сделать это достаточно непросто, так как даже ограничив себя цитатами наиболее известных ученых, разработчиков, IT-бизнесменов и футурологов мы получим десятки различных формулировок, трактующих ИИ как сферу науки, философскую

концепцию, маркетинговый термин, цифровой и программный продукт и даже персонаж в произведениях фантастической литературы (например, суперкомпьютер ХЭЛ из «Космической одиссеи-2001» А. Кларка [3]). Взяв за основу определение ИИ из «Национальной стратегии развития ИИ в РФ до 2030 года» [4] («комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека»), заметим, что подобная трактовка, очевидно, относится лишь к научно-технологической составляющей широкого понимаемого понятия ИИ, оставляя пока за скобками многочисленные дискуссии о перспективах и опасностях его развития, а также важные контексты его текущего общественного влияния, бизнес-применения и т. д.

Более точные и конкретные определения можно найти и представить относительно ряда других постоянно упоминаемых в последнее время терминов, характеризующих современные технологии, методики и направления развития ИИ. К ним, в первую очередь, следует отнести такие понятия как нейронная сеть (также искусственная нейронная сеть, ИНС) или нейросеть, GPT (Generative Pre-trained Transformer) или генеративный предварительно обученный трансформер, LLM (Large Language Model) или большая языковая модель, Машинное и Глубокое обучение (ML и DL), а также Генеративный ИИ (GenAI). В данном перечне мы видим и математические модели, их программное или аппаратное воплощение, а также типы, отрасли и направления развития ИИ. Однако, если понятие нейронной сети в качестве математической модели для логического исчисления идей и нервной активности было введено еще в начале 40-х годов, то появление большинства иных упомянутых терминов относится к последним 5–6 годам и связано с произошедшим в эти годы качественным (революционным) изменением в эволюции развития ИИ.

Говоря об эволюции ИИ, можно упомянуть несколько линий развития, повлиявших на появление последних, широко известных, его продуктов. Эти линии развития можно проследить в философии (от логико-философских идей Б. Рассела и А. Н. Уайтхеда начала XX века, составивших основу школы символистов в машинном обучении), в вероятностных подходах байесовской школы, приведших к появлению репрезентативных алгоритмов вычисления прогнозов, определения оптимальности решений, нахождения спама и т. д. В той или иной мере эти подходы были позднее реализованы в различных моделях ИИ, построенных на ряде аналогий — психолого-поведенческой, приведшей к созданию рекомендательных систем и методам анализа вредоносных программ; эволюционно-биологической, применяемых в робототехнике на базе алгоритмов генетического программирования, и коннекционистской, пришедшей из неврологии и построенной на принципах моделирования работы нейронов головного мозга (используются для распознавания речи, образов и многих других современных задач ИИ). Следует заметить, что и в настоящее время, несмотря на успехи алгоритмов GPT, основанных на технологии LLM, развиваются и иные модельные принципы построения ИИ — например,

модель искусственной психики ADAM в лаборатории когнитивных архитектур Исследовательского центра прикладных систем искусственного интеллекта МФТИ.

Прежде чем оценить последние достижения в сфере ИИ и перспективы его дальнейшего развития, необходимо сделать краткий исторический обзор наиболее важных событий на временной шкале его эволюции. К этим вехам можно отнести появление в 1948 году первого компьютера ЭНИАК с прототипом ИИ, формулировку в 1950 году знаменитого теста Тьюринга и создание первой нейронной сети Персептрон в 1958 году. В этом списке, очевидно, должно быть и основание в 1959 году в Массачусетском технологическом институте лаборатории информатики и искусственного интеллекта Марвином Ли Минским вместе с Джоном Маккарти, в которой были заново поставлены задачи ИИ, предложены аналогии машины с человеческой психикой, поставлены вопросы о машинном сознании и творчестве. К 50-м же годам можно отнести и первое упоминание о машинном обучении (ML) Артуром Самуэлем, которое позднее (Джеффри Хинтоном в 2006 году) было дополнено понятием глубокого обучения (DL). Нельзя, видимо, пройти и мимо получивших широкую известность событий в шахматном мире — создания в СССР (ИТЭФ РАН) в 1960-х годах программы «Каисса», ставшей в 1974 году первым чемпионом мира по шахматам среди компьютерных программ, а также победы программы Deep Blue над чемпионом мира Г. Каспаровым в 1997 году, положившим начало закату шахмат как всемирно значимого спортивного зрелища. В этом списке можно упомянуть и немало других имен, программ и компаний-разработчиков, число которых стало достаточно быстро расти с начала 2000-х годов. В этой связи можно отметить разную степень внимания разработчиков и иных специалистов научной сферы к отдельным направлениям ИИ. Например, если в конце 90-х годов — начале 2000-х годов основное внимание было сконцентрировано на вычислительной лингвистике, то уже ко 2-ой половине 2020-х годов в приоритете стали научные изыскания в сферах машинного распознавания образов и компьютерного зрения, а также различных технологий машинного обучения. В итоге, анализируя историю развития ИИ до примерно середины 2010-х годов, можно сделать вывод о достаточно традиционном для любой новой технологии этапе в 30–50 лет, необходимом для создания высокоэффективного продукта и её внедрения в повседневную жизнь. Подобный результат был достигнут во 2-ой половине 2010-х годов и вызвал серьезные изменения как в научной сфере, так и во многих других областях человеческой деятельности — социо-культурной, технологической и т. д.

Проиллюстрируем данный вывод на примере анализа доступных всем данных из электронной библиотеки e-library. На рис. 1 представлены различные результаты научной активности, полученные путем контекстного анализа, по ключевым словам, связанным с тематикой ИИ, — количество защищенных диссертаций, опубликованных статей, книг, проведенных конференций, полученных грантов и оформленных патентов. Очевидно, что за последние 5 лет (отдельно выделены результаты последних 2-х лет — 2022—2024 гг.) наблюдается скачкообразный рост научной активности фактически во всех видах её проявлений. Мы видим рост числа

публикаций в 14 раз по сравнению с периодом 2010–2014 гг и в 3,5 раза в сравнении с 2015–2019 годами (рис. 1, б). При этом подавляющая часть статей по тематике ИИ опубликована за последние 2 года. Разумеется, существенная часть подобных публикаций, также, как и число опубликованных книг (рис. 1, в), проведенных конференций (рис. 1, г) и даже защищенных диссертаций (рис. 1, а) имеют отношение к социо-гуманитарным аспектам появления новых технологий ИИ и их появление связано с волной повышенного интереса («хайпа»), появившегося как в научной сфере, так и в обществе, в целом, к ИИ. Однако, очевидно, что есть и научно-технологическая составляющая подобного интереса, о чем свидетельствует увеличение на 2 порядка числа оформленных патентов за 10 с небольшим лет (рис. 1, е) и рост в 3,5 раза числа полученных грантов за тот же период (рис. 1, д), связанных с ИИ. Об этом же свидетельствует и почти 2-кратный рост числа защищенных диссертаций по тематике ИИ, который надо оценивать с учетом почти 3-кратного снижения общего ежегодного числа защит по сравнению с периодом 10–15-летней давности.

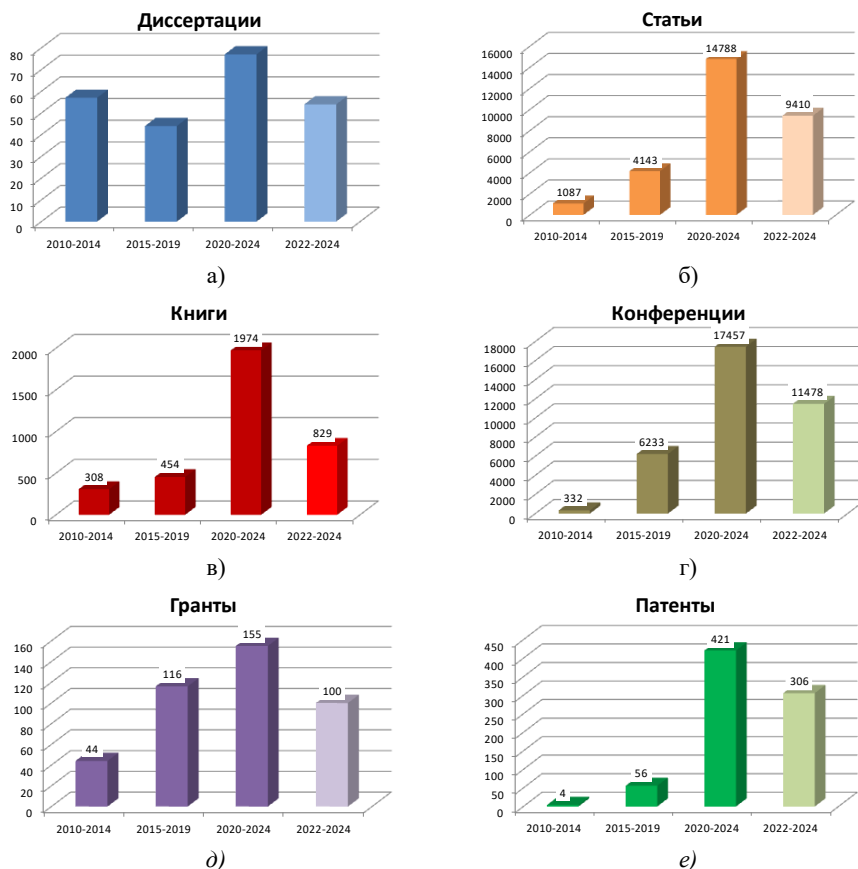


Рис.1. История изменения количества научных результатов в области ИИ (по данным контекстного анализа в e-library): а) защищенные диссертации, б) опубликованные статьи, в) опубликованные книги, г) проведенные конференции, д) полученный гранты, е) оформленные патенты.

Представленные результаты служат ярким свидетельством не только традиционного перехода ИИ в новую стадию высокоэффективного развития, но и говорят о появлении новой парадигмы его развития, связанной с рождением технологий, основанных на применении больших языковых моделей (LLM) с программными алгоритмами GPT. Более простые аналоги подобных моделей были известны и ранее (например, технология предсказания слов T-9 в телефонах типа Nokia), однако, появление в 2018 году GPT-1 с архитектурой трансформера (механизм самосвязываемости для обработки последовательных данных — предсказание слов с учетом всего массива и контекста ранее введенного текста с использованием нейросетей и предварительного обучения на базе большого числа тренировочных данных) вывело данный сегмент ИИ на новую ступеньку технологического развития [5]. Появление последующих моделей (GPT-2 в 2019 и GPT-3 в 2020 годах) сопровождалось ростом объемов параметров и тренировочных данных (в 10 раз у GPT-2 и дополнительно в 100 и 10 раз, соответственно, у GPT-3), увеличением размеров программ, но привело к качественному росту их эффективности — увеличению объема вводимой информации и логически связного генерируемого текста, точности предсказаний, расширения сферы применимости (математические расчеты, кодирование и т. д.). Дополнительное обучение модели для различных задач обработки естественного языка (NLP), таких как генерация текста, машинный перевод и классификация текста, путем взаимодействия с учителями-экспертами привело к появлению в марте 2022 года улучшенной версии — GPT-3.5 или InstructGPT (тонко настроенный GPT-3 для выполнения инструкций с использованием обратной связи с человеком), а переход в вышедшем в ноябре 2022 года ChatGPT от API-интерфейса к чатовой форме диалогового взаимодействия с доступом к программе широких масс и дал тот толчок интереса к ИИ, который мы наблюдаем в настоящее время (ChatGPT установил абсолютные рекорды по скорости привлечения новых пользователей, преодолев отметку в 1 миллион за 5 дней после релиза, а 100 миллионов — за два месяца). Следует заметить, что речь идет о действительно качественно новой форме ИИ, так как проблема прохождения теста Тьюринга (определение различий между человеком и машиной в диалоговом режиме) была фактически преодолена лишь с появлением больших языковых моделей (GPT-3 имеет 175 миллиардов параметров, с объемом тренировочных данных в 570 Гб обычного текста и 0,4 трлн. токенов), использующих технологии обучения как с учителем-экспертом, так и с RLHF (Reinforcement Learning from Human Feedback — обучение с подкреплением на основе отзывов людей).

С момента выхода ChatGPT до написания данной статьи прошло примерно 1,5 года и можно подвести определенные итоги, характеризующие развитие AI и GPT за данный период [6]. В их ряду:

- появление новых языковых моделей и совершенствование уже существующих;
- развитие опенсорсных моделей и демократизация ИИ;
- рост мультимодальных возможностей нейросетей;

- интеграция ИИ-ассистентов в приложения и устройства;
- интеграция ИИ-ассистентов в приложения и устройства;
- создание роботов с ИИ, понимающих человеческую речь и выполняющих команды.

Сделанный выше в историческом обзоре акцент на развитие продуктов GPT компании OpenAI не означает отсутствие конкуренции на рынке разработки и внедрения ИИ. Такие продукты появлялись и в 2020–2022 годах (рис. 2), однако, результаты независимого тестирования отдавали преимущество программам, разработанным OpenAI. 2023 год создал еще большую конкуренцию на данном рынке, но тем не менее, вышедшая в марте 2023 года GPT-4 от OpenAI оказалась лучше продукции других разработчиков по результатам тестов большого числа задач [7]. В программу были добавлены плагины для поиска актуальной информации в интернете и использования внешних сервисов, существенно (до 128 тысяч токенов или примерно 100 тысяч английских слов) увеличено контекстное окно. В результате число параметров GPT-4 стало примерно в 10 раз больше, чем у GPT-3.5 — порядка 1,8 триллиона, что сказалось на эффективности её работы. Например, были расширены языковые возможности программы и сейчас на 24-х из 26 протестированных языков GPT-4 работает лучше, чем GPT-3.5 работала на «родном» для нее английском. Следует, однако, обратить внимание на то, что в 2023 году практически все IT-гиганты представили свои преимущественно проприетарные (защищенные авторским правом) LLM и чат-боты, основанные на них (рис. 2 и 3). Упомянем Bard и PaLM 2 от Google (США), Gemini от Google DeepMind (США–Великобритания), Q от Amazon (США); ERNIE Bot, ERNIE 3.5 и ERNIE 4 от Baidu (КНР), Claude и Claude 2 от Anthropic (США); Grok от xAI (компания Илона Маска). Есть в этом списке и продукты отечественного производства — GigaChat от «Сбера» и модель YaGPT 2 от «Яндекса», однако, даже простой количественный анализ появившихся продуктов свидетельствует о преобладающей роли США и аффилированных с ними большинства IT-компаний, которые, тем не менее, начинают испытывать значительную конкуренцию со стороны китайских компаний (к 2023 году в этой стране разработали более 130 LLM).

Можно выделить ряд основных трендов в развитии языковых моделей:

- Поиск и разработка новых подходов к архитектуре нейросетей для замены алгоритмов Transformer (GPT-4 использует модель смешанных экспертов — Mixture of Experts или MoE, а российский Fractal GPT – симбиоз графовых моделей и многоагентных систем);
- Повышение точности ответов LLM, при одновременном снижении их размерности (PaLM 2).
- Разработка новых методов обучения LLM для уменьшения объема необходимых тренировочных данных и снижения трудоёмкости их разметки, включая обучение на синтетических данных, созданных другой нейросетью;
- Поиск нейросетями актуальной информации в интернете и обращение к внешним сервисам, использование системы плагинов;



Рис. 2. Топ 10 моделей ИИ в 2023 году (по данным [8])

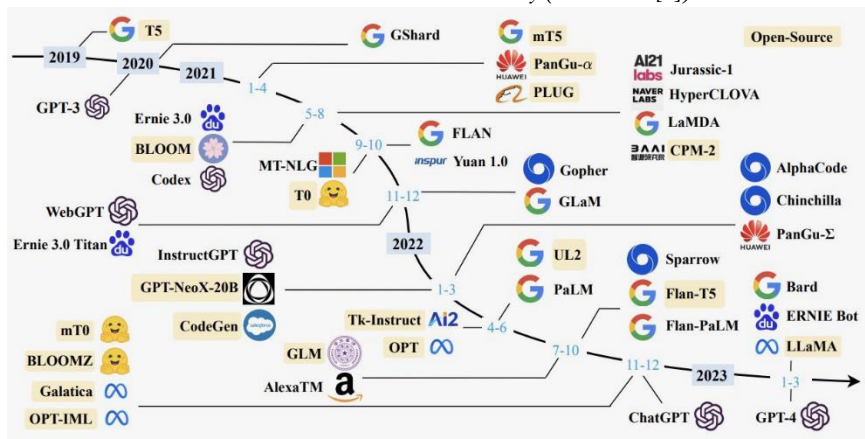


Рис. 3. История появления на рынке продуктов в сфере LLM (желтым выделены опенсенсорные модели) [9].

- Увеличение длины контекстного окна для повышения точности ответов (GPT-4 и Claude 100K – более 100 тысяч токенов для одноразового ввода, в перспективе — до 1–2 миллионов токенов);
- Уменьшение числа галлюцинаций и токсичного вывода (GPT-4 на 82% реже реагирует на запросы о запрещённом контенте и на 40% чаще даёт фактически верные ответы, чем GPT-3.5):

- Рост языковых возможностей нейросетей (существующие модели понимают промпты лишь на сотне локальных языков, в 2023 году запущен проект Massively Multilingual Speech (MMS) для формирования данных для 1100 языков);
- Появление опасений по поводу исчерпания данных, созданных человеком, к 2030–2050 годам в связи с ростом объема используемой для обучения информации.

Как уже было отмечено, одним из трендов последнего времени стало широкое развитие опенсорсных (с открытым кодом, без защиты авторским правом) моделей, направленное на демократизацию сферы ИИ. Как правило, такие модели содержат меньшее число параметров, чем известные проприетарные продукты, а, следовательно, имеют меньший объем и могут быть запущены на «железе» с существенно меньшими требованиями (иногда даже на домашнем ПК). Кроме того, такие LLM могут работать автономно, без обращения к внешним серверам компаний-разработчиков проприетарных моделей, таких как OpenAI или Google. Ниже перечислены основные тренды в развитии таких моделей, обозначившиеся в 2023–2024 годах:

- массовый отток пользователей от платных сервисов, связанный с желанием устанавливать LLM на свои устройства и использовать их без оплаты услуг компаний и наличия интернет-связи;
- разработка и внедрение небольших специализированных опенсорсных продуктов для науки, дизайна, медицины, графовых моделей и т. д.;
- появление конкурентных возможностей у небольших языковых моделей (SLM) при обучении с использованием специализированных наборов (tinystories) с более крупными моделями;
- демократизация ИИ за счет не только отказа от платных сервисов, но и за счет замены людей в процессе обучения ИИ-моделей с подкреплением от ИИ, а не от человека. На смену технологиям получения обратной связи типа RLHF от OpenAI идёт его аналог – RLAI (Reinforcement Learning with AI Feedback – обучение с подкреплением на основе ИИ).

В ряду иных существенно важных трендов последнего времени необходимо отметить появление у AI и GPT мультимодальности — возможности работать не только с текстом, но и с изображениями, видео и аудио. В ряду появившихся в 2023 году мультимодальных моделей можно выделить Kosmos-1 от Microsoft; PaLM-E от Google; Zidong Taichu 2.0 и Qwen-VL (Китай); LLaVA-13B — чат-бот на базе LLaMA; Gemini от Google DeepMind. Появились и новые версии моделей для генерации картинок — DALL-E 3, Stable Diffusion XL, Midjourney v5, Tongyi Wanxiang и др.; для создания видео — Pika 1.0 и Gen-2; увидели свет и первые разработки в области генерации песен — Lyria, Stable Audio и MusicGen. Помимо расширения числа новых продуктов можно отметить еще некоторые тренды:

- повышение качества работы мультимодальных нейросетей;
- одновременное и параллельное обучение мультимодальных нейросетей на разных типах данных (модели прошлых поколений, как правило, собирались из разных моделей, каждая из которых обучалась отдельно);

- расширение числа мультимодальных моделей с открытым исходным кодом, таких как LLaVA-13B или Qwen-VL;
- расширение числа модальностей моделей за счёт добавления внешних датчиков, например, запаха или вкуса. Например, нейросеть MinD-Vis в этих целях преобразует сигналы мозга человека в изображения. Однако, точность таких моделей пока невысокая.

Ещё одним направлением развития LLM и GPT стало внедрение ИИ-ассистентов в приложения и гаджеты, которое затронуло почти всех разработчиков IT-продуктов. Подобные ассистенты теперь можно увидеть в операционных системах (Copilot в Windows 11), браузерах и интернет-поисковиках (Bing Chat, Aria в Opera), программах для работы с документами (Duet AI в Workspace от Google, ИИ в MS Office), графических редакторах (Firefly в Photoshop, Paint), образовательных платформах (бот Khanmigo от Khan Academy) и т. д. Среди особенностей их внедрения можно выделить:

- упрощение работы широкого круга специалистов за счет передачи ИИ большого числа рабочих функций — создание эскизов, написание кодов, составление обзоров, клиентских программ и т. д.;
- поиск возможностей объединения различных ИИ-ассистентов в сеть когнитивных агентов (IoCA) за счет создания стандартов подключения и обмена информацией, определения приоритета ИИ-помощников и т. д.;
- решение проблемы понимания в процессе обмена информацией между нейросетями, связанной с расширением языковых возможностей ИИ-ассистентов, которые в настоящее время общаются между собой и с людьми преимущественно на английском языке.

В появившихся отчетах о развитии ИИ за 2023 год [10–13] можно найти немало примеров успешной реализации проектов по внедрению ИИ в различные сферы человеческой деятельности и технологии. В их числе — автономное вождение (LINGO-1 от Wayve), преобразование текста в видео (VideoLDM и MAGVIT), генерация изображений (InstructPix2Pix и Genmo AI), 3D-рендеринг с высококачественной визуализацией в реальном времени (3D Gaussian Splatting), экспертная деятельность в медицине (Med-PaLM 2) и др. При этом, как отмечают эксперты, развитость и эффективность внедрения технологий ИИ в различных сегментах сильно различается. Например, проекты в сфере логических игр (Deep Blue и AlphaGo), оптического распознавания лиц и изображений, фильтрации спама, рекомендательных системы, контроля дефектов на производстве можно отнести к зрелым разработкам; экспертную медицину, распознавание речи и объектов, предиктивное техобслуживание — к разработкам на поздней стадии развития; геномный анализ, разработку плана лечения, беспилотное управление автомобилями — к проектам ранней стадии развития. При этом ряд направлений, несмотря на имеющиеся примеры успешного использования ИИ, — автоматизированную разработку программного

обеспечения, персонализированную робототехнику, автоматизацию решения математических и физических задач — пока относят к проектам, находящимся ещё на исследовательской стадии.

Упомянув лишний раз о возникшей волне интереса к ИИ, следует обратить внимание и на появление большого числа вопросов, связанных с проблемой законодательного регулирования ИИ. Данная проблема связана не только с давно озвученными страхами появления AGI (Artificial General Intelligence — общего или универсального ИИ), конкурирующего с человеком, но и с вопросами защиты авторских прав, которые начали возникать, так как генерируемые ИИ разработки зачастую копируют или трансформируют информацию, использованную при их обучении, а также с возрастающим числом правонарушений, связанных с применением ИИ (дипфейки, вторжение в личное пространство, психологическое воздействие и т. д.). Прецеденты подачи судебных исков к разработчикам нейросетей и даже забастовки из-за подобных проблем уже известны (например, масштабная акция голливудских актёров и сценаристов). Свидетельством понимания данной проблемы служит и повышение секретности со стороны IT-гигантов в отношении своих проприетарных моделей.

В результате Совбез ООН впервые в истории провёл заседание, посвящённое ИИ, а в сенате США состоялись слушания, на которых выступили звёзды американской IT-индустрии Билл Гейтс, Марк Цукерберг и Илон Маск. В итоге в 2023 году появились разные предложения и первые документы — такие, как идея создания аналога Агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) для контроля над ИИ от OpenAI, а также законодательное оформление подобных ограничений на государственном уровне, имеющее свою специфику в ЕС, Китае и США. Китай, в частности, отдаёт приоритет государственному регулированию всей сферы ИИ, а в США считают, что сами разработчики ИИ-систем должны отвечать за их безопасность. Следует заметить, что в 2023 году Европарламент принял закон (AI Act), устанавливающий правила и требования для разработчиков моделей ИИ. Согласно данному закону, опирающегося на риск-ориентированный подход к ИИ системы ИИ с неприемлемым уровнем риска для безопасности людей будут строго запрещены. В список подобных практик вошли [14]:

- удалённая биометрическая идентификация, в том числе в общественных местах в реальном времени, с исключением для правоохранительных органов и только после судебного разрешения;
- биометрическая категоризация с использованием чувствительных характеристик (например, пол, раса, этническая принадлежность, гражданство, религия, политическая позиция);
- прогностические полицейские системы (основанные на профилировании, местоположении или прошлом криминальном поведении);
- распознавание эмоций в правоохранительных органах, пограничных службах, на рабочих местах и в учебных заведениях;

- неизбирательное извлечение биометрических данных из социальных сетей или видеозаписей с камер видеонаблюдения для создания баз данных распознавания лиц (нарушение прав человека и права на неприкосновенность частной жизни).

Отметим, в этой связи, что в России пока нет четкой позиции по поводу регулирования ИИ. Естественно, что разработчики опасаются чрезмерного государственного регулирования, которое может затормозить развитие ИИ. Поэтому, их мнения можно свести к предложению о добровольном присоединении разработчиков к Кодексу этики в сфере ИИ, которое является частью созданного в РФ Альянса в сфере ИИ [15]. Есть и предложения по техническому регулированию ИИ через документы, выпускаемые в РФ Техническим комитетом при Росстандарте – ТК 164 «Искусственный интеллект».

Вопросы, возникающие в связи с безопасностью применения ИИ, тесно перекликаются с оценкой трендов и перспектив развития ИИ. Делать подобные прогнозы достаточно точно весьма проблематично, о чем свидетельствует, к примеру, анализ известных результатов, ежегодно предоставляемых на суд специалистов и общественности агентством Gartner. Как известно, ещё в 2021 году агентство Gartner опубликовало кривую развития технологических инноваций в области Искусственного Интеллекта, на которой можно в широком ряду различных технологий и направлений ИИ найти и Трансформеры и Генеративный ИИ, находящиеся на этапе инновационного триггера (начального роста) и даже упоминание об AGI с неясной временной перспективой реализации [16]. И вот по прошествии 2-х лет Gartner представляет уже отдельный т.н. Impact Radar для Генеративного ИИ и технологий LLM [17]. В перечне перспективных трендов, на которые нацеливает данный радар, можно увидеть 22 технологии, которые сгруппированы по 4-м темам:

- инновации, связанные с моделями;
- производительность модели и безопасность ИИ;
- построение модели и работа с данными;
- приложения с поддержкой искусственного интеллекта.

Помимо упомянутых выше трендов в данном перечне можно увидеть как фактически реализованные технологии — например, Графы знаний или Knowledge Graphs, так и перспективные — Многоступенчатые цепочки LLM (диапазон внедрения 1–3 года), Инженерные инструменты GenAI (3–6 лет) и Многоагентные генерирующие системы MAGS (6–8 лет). Можно увидеть и оценку возможности масштабирования перечисленных технологий, которая для упомянутых трендов оценивается как весьма перспективная.

Представленные оценки позволяют сделать и более масштабные выводы, касающиеся перспектив развития ИИ с учетом степени его влияния на человека и вовлеченности в человеческую жизнь. Фактически, все представленные технологии можно отнести к сфере т.н. Слабого ИИ (он же узкий, прикладной) или ANI (Artificial Narrow Intelligence). 2030 год называется рядом экспертов и футурологов как вероятная дата появления Сильного (или общего) ИИ или AGI. По сути, это

временная точка, когда интеллект человека и AGI станут эквивалентны по своим функциональным возможностям. Однако, говоря о сравнении интеллектуальных возможностей человека и ИИ, следует понимать, что речь идет лишь об умении решать логические и творческие задачи. Точку бифуркации (по определению Р. Курцвайля [18]), когда возможности ИИ превзойдут человеческие и с точки зрения его взаимодействия как с самим человеком, так и с внешним миром (данный аспект во многом определяет и перспективы развития роботов-гуманоидов) и появится суперинтеллект (Супер ИИ или Super AI) пока относят примерно к 2045 году. Разумеется, к подобным прогнозам, также как и к связанным с ними вызовам («восстание машин» с порабощением или уничтожением человечества [19, 20]), следует относиться хоть и скептически (вспомним многочисленные предсказания фантастов XX века или страхи по поводу периодически возникающих глобальных угроз), но с пониманием. Пока, следует отметить, единодушия по данной проблеме у разных футурологов и специалистов нет, но появившиеся в 2023 году первые нормативные документы по регулированию ИИ, а также звучащие предложения по технологическим мерам борьбы с AGI и Super AI (цифровой и физический мониторинг вплоть до уничтожения соответствующих фабрик-генераторов Super AI), позволяют надеяться на то, что формы взаимодействия ИИ и человечества будет взаимовыгодными на весьма далекой перспективе.

Представленный обзор будет очевидно неполноценным, если его не дополнить кратким анализом состояния и перспектив развития ИИ в России. Как известно, Указом Президента РФ от 28 февраля 2024 г. № 145 утверждена новая (взамен Стратегии 2016 г.) Стратегия научно-технологического развития страны [21]. В ней, в частности, к приоритетам, отнесен и «переход к передовым технологиям проектирования и создания высокотехнологичной продукции, основанным на применении ... технологий машинного обучения и искусственного интеллекта». Утверждение данного приоритета является фактически указанием на развитие целей и задач, поставленных в Национальной стратегии развития ИИ до 2030 года (Указ Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 года [4]), в котором дается уже приведенное выше определение ИИ и перечисляются системы, на развитие которых должен быть направлен фокус отечественных разработчиков:

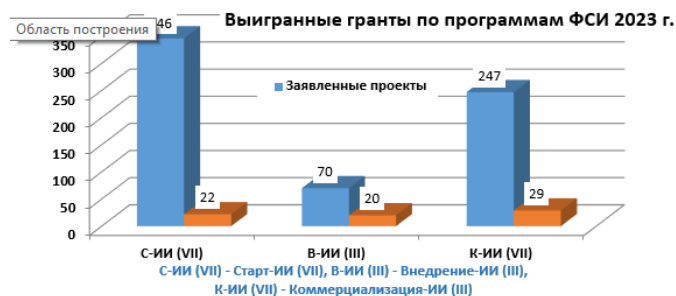
- а) компьютерное зрение;
- б) обработка естественного языка;
- в) распознавание и синтез речи;
- г) интеллектуальные системы поддержки принятия решений;
- д) перспективные методы искусственного интеллекта.

В рамках реализации Национальной стратегии развития ИИ создана Экосистема развития искусственного интеллекта в России (рис. 4), в которой можно выделить ядро и лидеров из числа компаний-разработчиков стратегии и её регуляторов — Сбер, Сколково, МФТИ, Газпромнефть, Яндекс, РФПИ и др., а также структуры, выступающие в качестве экспертов и советников — ФСИ, ФРИИ, Сколково, ФПИ и др. Можно сделать вывод, что государство является ключевым регулятором

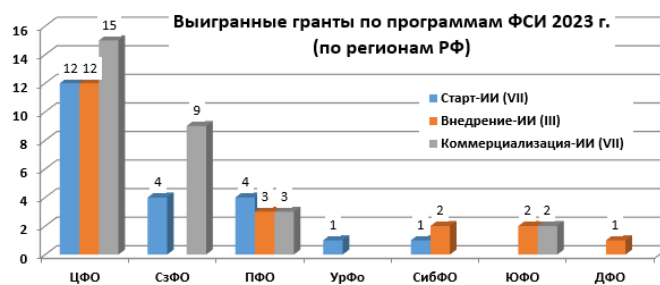
на рынке развития ИИ в РФ, осуществляя бюджетную поддержку преимущественно через Фонд содействия инновациям, Сколково и Фонд развития интернет-инициатив. Сделанный автором анализ последних лет показывает, в частности, что почти половина различных программ грантовой поддержки ФСИ в разной степени имеет отношение к информационным и цифровым технологиям, включая ИИ. Представленные на рис. 5 результаты свидетельствуют о поддержке свыше 80 проектов в сфере ИИ в 2023 году на общую сумму свыше 1600 млн. руб. Очевидно, что процент поддержанных заявок более значителен по программам Внедрение-ИИ, где предлагаются разработки, имеющие более высокую степень готовности, чем по программам Старт. Данные результаты, однако, свидетельствуют и о значительной неравномерности научно-технической активности в сфере ИИ по регионам РФ (подавляющее число поддержанных проектов имеет отношение к Центральному федеральному округу, включающему г. Москва и Московскую область), а также о том, что фокус этой активности направлен преимущественно на Интеллектуальные системы поддержки принятия решений, оставляя почти вне рамок внимания такие направления как Распознавание и синтез речи, а также иные Перспективные направления ИИ. Имея опыт экспертной оценки подобных проектов, автор может обосновать достаточно большой процент неподдержанных проектов, исходя из оценки их невысокой социальной и технологической значимости, а также степени эффективности внедрения ИИ в заявленные разработки.



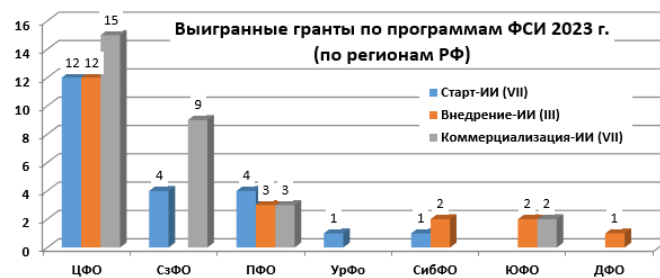
Рис. 4. Экосистема развития искусственного интеллекта в России



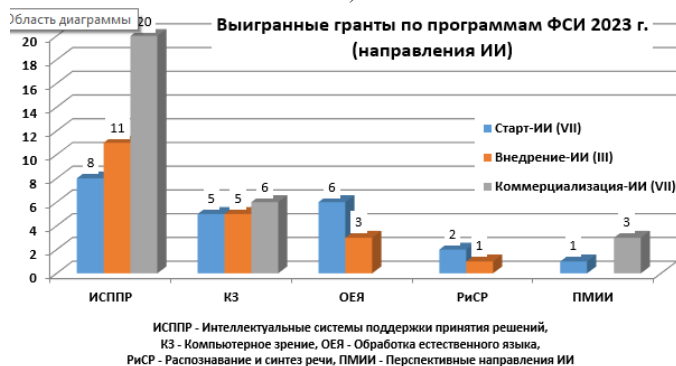
а)



б)



в)



г)

Рис. 5. Результаты грантовой поддержки технологий развития искусственного интеллекта в ФСИ в 2023 году: а) количество заявок и выигранных грантов по программам ИИ; б) заявленной и полученное финансирование; в) количество выигранных грантов по регионам РФ; г) количество выигранных грантов по направлениям ИИ

Завершая представленный обзор можно отметить ряд достижений и тренды в развитии языковых моделей в РФ. По мнению ряда экспертов, до настоящего времени в РФ наблюдалось отставание от зарубежных разработок примерно на один год по мощности моделей и на два года по уровню научных исследований. Однако, есть основания полагать, что новые версии GigaChat и YaGPT 2 (разработки российских лидеров «Сбер» и «Яндекс») достигли качества ChatGPT (версия GPT-3.5 Turbo) в работе с русским языком и в 2024 году будут пытаться догнать мировых лидеров — OpenAI, Google, Anthropic и т. д. Особые надежды в этой связи возлагаются на Fusion Brain от «Сбера», развивающий идею смешанных экспертов для мультимодальных решений и VisualQA. В РФ активно развиваются и иные мультимодальные решения для создания видео и генерации картинок — Kandinsky Video, Kandinsky 2.2 и Kandinsky 3.0, «Шедеврум» и др. Можно отметить и появление отечественных нейросетевых проектов в сфере дизайна («Николай Иронов» студии Артемия Лебедева), медицины (Smart Engines для минимизации вреда здоровья при лучевой диагностике), а также достаточно широкое внедрение ИИ в отечественные проекты в сфере образования — Index 5, Plai, Цифриум, Нетология, TalentTech, Фоксфорд, «Яндекс Учебник»; и др. Есть примеры появления и open-сенсорных моделей — например, GoOpenSource, направленный на решение государственных задач и потребностей импортозамещения.

Говоря о внедрении технологий ИИ в промышленное производство, можно обратить внимание на программы акселерационных программ ведущих отечественных корпораций — РЖД, Росатома, Ростеха, Россети и др., в которых неизбежно ведется речь о цифровизации различных процессов с применением ИИ. Как правило, речь идет об оценке и прогнозировании технического состояния оборудования в режиме реального времени — определение «индекса здоровья» (health index) установок, коэффициента полезного действия и т. д. Подобные проекты можно увидеть и на глобальном уровне — например, в глобальной стратегии по цифровизации отрасли с созданием «Интернета энергии», реализуемой на уровне правительства РФ и госкомпании «Россети» и предполагающей развитие и широкое применение сквозных технологий — ИИ, промышленного интернета, компонентов робототехники, беспроводной связи и т. д. Примеры влияния ИИ как на структуру промышленности, в целом, так и на отдельные технологии, в частности, можно увидеть на примере большинства отраслей — технологии компьютерного зрения ADAS (Advanced Driver Assistance Systems или интеллектуальные системы помощи водителям) и беспилотного вождения в автомобилестроении и управления летательными аппаратами (БПЛА); использование виртуальной симуляции, автоматизация математических расчетов, 3D-моделирование изделий, CALS (непрерывная информационная поддержка процессов жизненного цикла изделия) — которые в последнее время активно внедряются на предприятиях оборонного комплекса РФ, ОАК (Объединенной авиастроительной корпорации), ОСК (Объединенной судостроительной корпорации) и других упомянутых выше корпораций. Можно привести немало примеров подобного внедрения ИИ как в крупные корпо-

ративные проекты, так и в частных разработках, а также упомянуть роль университетов, институтов РАН и профильных IT-компаний (информацию можно найти, например, на сайтах Минэкономразвития РФ, Альянса в сфере ИИ, а также в материалах многочисленных агрегаторов и чат-ботов в Интернете, Telegram, YouTube и т. д.) [11, 22].

Подводя итог представленным в данной статье материалам, остается лишь раз отметить всё более возрастающий темп внедрения цифровых технологий, в целом, и ИИ, в частности, фактически во все сектора промышленности, культуры и повседневной жизни. Формат представленного обзора вынуждает автора оставить за скобками многочисленные частные примеры, подтверждающие данный вывод [23]. Очевидно, также, что в рамках данной статьи можно лишь обозначить и перечислить основные достижения, проблемы и перспективы развития технологий ИИ и GPT, оставляя за рамками обсуждения многие важные вопросы, связанные с развитием научно-технологических оснований, инфраструктуры, подготовки кадров, изменения рынка профессий, особенностей взаимодействия с научной и образовательной средой, а также региональные, психологические, социальные и философские аспекты внедрения данных технологий. Остается только надеяться, что уровень компетенций в IT-сфере, инженерная, управленческая и профессионально-педагогическая подготовка, умение адаптироваться и изменять свои профессиональные траектории — те тренды, которые будут развиваться сопоставимыми темпами со скоростью роста возможностей ИИ и позволят избежать тех проблем и страхов, которые создают негативный фон обсуждению вопросов из сферы ИИ, сделав его необходимым инструментом для эффективного, комфортного и безопасного взаимодействия человека с окружающим его миром.

Список литературы

1. На что похоже будущее? Даже ученые не могут предсказать... или могут? / под ред. Дж. аль Халили. Москва: Альпина нон-фикшн, 2020. 326 с.
2. Уолш Т. 2062: время машин. Москва: АСТ, 2019. 320 с.
3. Кларк А. Черты будущего. Москва: Мир, 1966. 288 с.
4. Указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 "О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации". URL: <https://base.garant.ru/72838946>.
5. Как работает ChatGPT: объясняем на простом русском эволюцию языковых моделей с T9 до чуда. URL: <https://habr.com/ru/companies/ods/articles/716918/>.
6. Самое важное про нейросети и искусственный интеллект за 2023 год. URL: <https://skillbox.ru/media/code/vy-nakhodites-zdes-itogi-2023-goda-v-sfere-ii>.
7. GPT-4: Чему научилась новая нейросеть, и почему это немного жутковато. URL: <https://habr.com/ru/companies/ods/articles/722644/>.
8. ТОП-10 искусственных интеллектов в 2023 году. URL: <https://affpartners.ru/news/top-10-iskusstvennykh-intellektov-v-2023-godu>.
9. Краткая история больших языковых моделей (LLM). URL: https://all-see.team/brief_history_of_large_language_models_llm?ysclid=m27d0wudlu17653118
10. Бенайч Н. Отчет о состоянии искусственного интеллекта за 2023 год: краткое изложение. URL: <https://ai.radensa.ru/archives/243>.

11. Обзор ИИ В 2023 ГОДУ: Хронология достижений искусственного интеллекта. URL: <https://ai.radensa.ru/archives/557?ysclid=ls0lrbwqc5529733710>.
12. Ын Э. Возможности Искусственного Интеллекта в 2023 году. URL: <https://habr.com/ru/companies/serverspace/articles/776954/>.
13. Акатов Д. Вспомнить все: главные события в мире генеративных нейросетей в 2023 году. URL: <https://hi-tech.mail.ru/re-view/105286-vspomnit-vse-glavnye-sobytiya-v-mire-generativnyh-neiro-setej>.
14. Европарламент принял AI Act – первые в мире правила для искусственного интеллекта. URL: <https://habr.com/ru/news/734794/>.
15. Альянс в сфере искусственного интеллекта. URL: <https://a-ai.ru/?ysclid=m1owsilxf1984572139>.
16. Анахов С. В. Цифровизация в научно-технической и образовательной сфере: прорывы и перспективы // Новые информационные технологии в образовании и науке. 2021. № 4. С. 7–15. <https://doi.org/10.17853/2587-6910-2021-04-7-15>.
17. Gartner Impact Radar for Generative AI 2024. URL: <https://www.gartner.com/en/articles/understand-and-exploit-gen-ai-with-gartner-s-new-impact-radar>.
18. Kurzweil R. The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology. United States: Viking, 2005. 652 p.
19. Йонк Р. Сердце машины. Наше будущее в эру эмоционального искусственного интеллекта. Москва: Эксмо, 2019. 464 с.
20. Леонгард Г. Технологии против человека. Москва: АСТ, 2018. 320 с.
21. Указ Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145 "О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации". URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408518353>.
22. Указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 "О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации". URL: <https://base.garant.ru/72838946>.
23. Исследовательские центры и научные организации в сфере ИИ на карте, образование и разработчики в сфере искусственного интеллекта РФ. URL: <https://ai.gov.ru/ai/ecosystem/?ysclid=m1ox8611xd204020868>.
24. 7 главных технологических прорывов 2023 года: выбор Cnews. URL: https://www.cnews.ru/articles/2023-12-19_glavnye_tehnologicheskie_proryvy.

References

1. Al Khalili D. (Ed.). What does the future look like? Even scientists can't predict... or can they? = WHAT'S NEXT?. Moscow: Alpina non-fiction; 2020. 326 p. (In Russ.).
2. Walsh T. 2062: Vremya mashin = 2062: The time of the machines. Moscow: AST; 2019. 320 p. (In Russ.).
3. Clark A. CHerty budushchego = Features of the future. Moscow: Mir; 1966. 288 p. (In Russ.).
4. Ukaz Prezidenta RF ot 10 oktyabrya 2019 g. N 490 "O razvitii iskusstvennogo intellekta v Rossijskoj Federacii" = Decree of the President of the Russian Federation No. 490 dated October 10, 2019 "On the development of artificial intelligence in the Russian Federation" (In Russ.) Available from: <https://base.garant.ru/72838946>

5. Kak rabotaet ChatGPT: ob"yasnyaem na prostom russkom evolyuciyu yazykovykh modelej s T9 do chuda = How ChatGPT works: we explain in simple Russian the evolution of language models from T9 to miracle (In Russ.) Available from: <https://habr.com/ru/companies/ods/articles/716918/>

6. Samoe vazhnoe pro nejroseti i iskusstvennyj intellekt za 2023 god = The most important thing about neural networks and artificial intelligence in 2023. (In Russ.) Available from: <https://skillbox.ru/me-dia/code/vy-nakhodites-zdes-itogi-2023-goda-v-sfere-ii/?ysclid=ls0lu165i5978623557>

7. Samoe vazhnoe pro nejroseti i iskusstvennyj intellekt za 2023 god = GPT-4: What the new neural network has learned, and why it's a little creepy (In Russ.) Available from: <https://habr.com/ru/companies/ods/articles/722644/>

8. TOP-10 II v 2023 godu = TOP 10 AI in 2023 (In Russ.) Available from: <https://affpartners.ru/news/top-10-iskusstvennyx-intellektov-v-2023-godu>

9. Kratkaya istoriya bol'shih yazykovykh modelej (LLM). = A brief history of Large Language Models (LLM). (In Russ.) Available from: https://allsee.team/brief_history_of_large_language_models_llm?ysclid=m27d0wudlu17653118

10. Benaich N. Otchet o sostoyanii iskusstvennogo intellekta za 2023 god: kratkoe izlozhenie = Report on the state of artificial intelligence for 2023: summary (In Russ.) Available from: <https://ai.radensa.ru/archives/243>

11. Obzor II V 2023 GODU: Hronologiya dostizhenij iskusstvennogo intellekta = Review of AI IN 2023: Chronology of achievements of artificial intelligence (In Russ.) Available from: <https://ai.radensa.ru/archives/557?ysclid=ls0lrwqc5529733710>

12. Ng A. Vozmozhnosti Iskusstvennogo Intellekta v 2023 godu = The possibilities of Artificial Intelligence in 2023 (In Russ.) Available from: <https://habr.com/ru/companies/serverspace/articles/776954/>

13. Akatov D. Vspomnit' vse: glavnye sobytiya v mire generativnykh nejrosetej v 2023 godu = Remember everything: the main events in the world of generative neural networks in 2023 (In Russ.) Available from: <https://hi-tech.mail.ru/re-view/105286-vspomnit-vse-glavnye-sobytiya-v-mire-generativnykh-nejro-setej>

14. Evroparlament prinyal AI Act – pervye v mire pravila dlya iskusstvennogo intellekta = The European Parliament has adopted the AI Act, the world's first rules for artificial intelligence (In Russ.) Available from: <https://habr.com/ru/news/734794/>

15. Al'yans v sfere iskusstvennogo intellekta = Alliance in the field of artificial intelligence (In Russ.) Access mode: <https://a-ai.ru/?ysclid=m1owsilxfi984572139>

16. Anakhov S. V. Cifrovizaciya v nauchno-tehnicheskoy i obrazovatel'noj sfere: proryvy i perspektivy = Digitalization in the scientific, technical and educational sphere: breakthroughs and prospects. *Novye informacionnye tekhnologii v obrazovanii i nauke* = *New information technologies in education and science*. 2021; 4: 7–151. (In Russ.) <https://doi.org/10.17853/2587-6910-2021-04-7-15>

17. Gartner Impact Radar for Generative AI 2024. Available from: <https://www.gartner.com/en/articles/understand-and-exploit-gen-ai-with-gartner-s-new-impact-radar>

18. Kurzweil R. The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology. United States: Viking; 2005. 652 p.

19. Jonk R. Serdce mashiny. Nashe budushchee v eru emocional'nogo iskusstvennogo intellekta = The heart of the machine. Our future in the era of emotional artificial intelligence. Moscow: Eksmo; 2019. 464 p. (In Russ.).

20. Leonhard G. Tekhnologii protiv cheloveka = Technologies against man. AST; 2018. 320 p. (In Russ.).

21. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 28 fevralya 2024 g. № 145 "O Strategii nauchno-tehnologicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii" = Decree of the President of the Russian Federation No. 145 dated February 28, 2024 "On the Strategy of Scientific and Technological Development of the Russian Federation" (In Russ.) Available from: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408518353>

22. Issledovatel'skie centry i nauchnye organizacii v sfere II na karte, obrazovanie i razrabotchiki v sfere iskusstvennogo intellekta RF = Research centers and scientific organizations in the field of AI on the map, education and developers in the field of artificial intelligence of the Russian Federation (In Russ.) Available from: <https://ai.gov.ru/ai/ecosystem/?ysclid=m1ox8611xd204020868>

23. 7 glavnyh tekhnologicheskikh proryvov 2023 goda: vybor Cnews = 7 major technological breakthroughs of 2023: the choice of Cnews (In Russ.) Available from: https://www.cnews.ru/articles/2023-12-19_glavnye_tehnologicheskie_proryvy

Научная статья

УДК 378.147.88:004.94

DOI: 10.17853/2587-6910-2024-13-29-39

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ СЛОЖНОСТИ СИСТЕМ В ПРОЕКТНОЙ МЕТОДИКЕ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ В ВУЗЕ

Андрей Витальевич Горохов

доктор технических наук, старший научный сотрудник, профессор,
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»
(ФГБОУ ВО «ПГТУ»), <https://orcid.org/0000-0001-7276-8818>, Йошкар-Ола, Россия,
GorokhovAV@volgatech.net

Наталья Александровна Власова

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Поволжский
государственный технологический университет» (ФГБОУ ВО «ПГТУ»),
<https://orcid.org/0000-0003-2844-7464>, Йошкар-Ола, Россия,
VlasovaNA@volgatech.net

Аннотация. В статье предлагается проектная методика проведения лабораторных занятий по дисциплине «Системный анализ» и другим дисциплинам, включающим в себя развитие системного подхода. В основе методики лежит имитационное моделирование, которое наиболее ярко иллюстрирует применение системного подхода к решению сложных задач. Применение данной методики способствует развитию у обучаемых более глубокого понимания сложных процессов, происходящих в системах различной природы.

Ключевые слова: системный подход, сложная система, имитационное моделирование, проектная методика, лабораторные занятия

Для цитирования: Горохов А. В., Власова Н. А. Имитационное моделирование как инструмент исследования динамической сложности систем в проектной методике проведения лабораторных занятий в вузе // Новые информационные технологии в образовании и науке. 2024. № 13 С. 29–39 <https://doi.org/10.17853/2587-6910-2024-13-29-39>

SIMULATION MODELLING AS AN INSTRUMENT OF INVESTIGATION OF DYNAMIC COMPLEXITY OF SYSTEMS IN THE FRAME OF PROJECT TEACHING METHODS IN LABORATORY PRACTICALS AT INSTITUTION OF TERTIARY EDUCATION

Andrey Vitalievich Gorokhov

DSc, Senior research officer, Professor,
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Volga State
University of Technology», <https://orcid.org/0000-0001-7276-8818>, Yoshkar-Ola, Russia

Natalia Aleksandrovna Vlasova

Ph.D, Associate professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher
Education «Volga State University of Technology»,
<https://orcid.org/0000-0003-2844-7464>, Yoshkar-Ola, Russia,

Abstract. *The article deals with project teaching methods in laboratory practicals of “System analysis” and other courses, which include development of a system approach. On the base of the teaching methods is a simulation modelling, as a bright example of system approach using for solving complex problems. Using of that method is a good way for trainees to develop deep understanding of complex processes, which exist in systems of different genesis.*

Keywords: *system approach, complex system, simulation modelling, project teaching methods, laboratory practicals*

For citation: *Gorokhov A. V., Vlasova N. A. Simulation modelling as an instrument of investigation of dynamic complexity of systems in the frame of project teaching methods in laboratory practicals at institution of tertiary education // New information technologies in education and science. 2024; 13:29-39. <https://doi.org/10.17853/2587-6910-2024-13-29-39>*

简评：文章探讨了一种设计大纲，用于在系统分析学科和其他包括系统方法开发的学科中开展实验室上课方法。该方法基于模拟建模，可以清楚地说明如何使用系统方法来解决复杂问题。使用这种方法可以让学生对各种性质的系统中发生的复杂过程有更深入的了解。

主题词：系统方法；复杂系统；模拟建模；设计大纲；实验课。

Введение

Наблюдаемое в последние 15–20 лет множество образовательных стандартов в системе высшего образования свидетельствует о наличии проблем, связанных с целеполаганием в данной области. Чтобы ответить на вопросы: чему учить и как

учить? нужно ответить на вопросы: для чего учить, и что мы хотим получить в результате обучения. До принятия Россией Болонской системы на выходе мы получали человека-творца, всесторонне развитую личность. Потом его заменил человек-потребитель. События последних лет показали, что если мы хотим сохранить суверенитет, не превратиться в страну-бензоколонку под внешним управлением во всех сферах нашей жизни, то нам необходимо развивать свою промышленность, науку, оборону, сельское хозяйство... Для решения таких задач компетенций человека-потребителя может оказаться недостаточно.

Обзор литературы

Одно из принципиальных отличий человека-творца от человека-потребителя — это развитие критического мышления. В основе критического мышления лежит — системный, то есть видение объекта как систему, которая не только состоит из взаимодействующих частей, но и сама является частью некой надсистемы [1]. Такой подход позволяет понимать истинные, часто неочевидные причины событий, процессов в окружающем нас мире. Ограничением здесь является возможность человеческой системы переработки информации. Когнитивистика утверждает, нам что объем кратковременной памяти человека, которую он использует для отражения (моделирования) информации, поступающей из окружающего мира через сенсорные регистры, всего 7 чанков — число Миллера [2]. Поэтому, для понимания объектов окружающего мира человеку более свойственны древовидные структуры (модели), которые позволяют оперировать небольшим количеством объектов (понятий), меняя степень их агрегирования в зависимости от уровня иерархии модели. Такой подход позволяет преодолевать комбинаторную сложность объектов окружающего мира. Из теории сложности известно, что все сложные системы обладают, как правило, комбинаторной и динамической сложностью [3]. Динамическая сложность, возникающая из-за взаимодействия в системе петель обратной связи, приводит к изменению привычного человеку вида причинно-следственных связей. Они становятся нелинейными (следствие непропорционально причине) и «длинными» (причина и следствие отдаляются друг от друга во времени и пространстве). Для преодоления динамической сложности человек использует различные приемы и инструменты. Одним из наиболее мощных инструментов исследования сложных динамических систем с целью выявления причинно-следственных связей является имитационное моделирование. В книге Джона Стермана *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World* [4] приводятся результаты обследования 1000 крупнейших предприятий США, свидетельствующие о популярности имитационного моделирования при решении задач внутрифирменного планирования крупными компаниями. В образовательном процессе ведущих российских вузов применение имитационного моделирования не так популярно [5–7] в отличие от зарубежных [8–15]. Вероятно, это объясняется отсутствием теоретического обоснования получаемых результатов моделирования и различием российского и западного подходов к имитационной науке.

Методология, материалы и методы

Имитационное моделирование является разделом прикладной математики и в современном «техническом» понимании подразумевает вычисление значений некоторых характеристик развивающегося во времени процесса путем воспроизведения течения этого процесса на компьютере с помощью его математической модели [16]. В большинстве случаев оно применяется тогда, когда получить требуемые результаты другими способами невозможно или крайне затруднительно. Основная задача имитационного моделирования заключается в создании в лабораторных условиях наглядной картины функционирования объекта исследования в различных аспектах [17]. Для сложного объекта исследования достигнуть этого, как правило, очень трудно из-за отсутствия «наглядности» протекающих в нем процессов, которые нужно визуализировать и представить в компактном виде. Такой инструмент, как имитационное моделирование, обеспечивает исследователю возможность экспериментирования на модели объекта исследования с целью выявления причинно-следственных связей. Разработка имитационной модели является сложным итерационным процессом, в результате которого развивается как модель, так и соответствующие когнитивные структуры разработчика модели. Следовательно, имитационное моделирование является наиболее яркой иллюстрацией применения системного подхода к решению сложных задач. Практически все разработчики систем имитационного моделирования указывают на необходимость системного подхода к построению и реализации имитационных моделей и рассмотрению объекта моделирования как системы.

Поэтому, по мнению авторов, целесообразно в рамках проведения лабораторных занятий по таким дисциплинам, как системный анализ, общая теория систем, теория моделей и тому подобным, развивающим критическое мышление, использовать имитационное моделирование. Здесь существенный интерес для развития системного (критического) мышления представляет как процесс исследования сложных систем с целью выявления причинно-следственных связей, так и итерационный процесс создания имитационной модели объекта, обладающего динамической сложностью. В первом случае инструмент (имитационное моделирование) помогает выявлять неочевидные причинно-следственные связи, оказывающие существенное влияние на поведение исследуемого объекта. Во втором случае — развитие когнитивных структур, позволяющих «понимать» причины того или иного поведения системы как результат воздействия и взаимодействия в системе петель обратной связи.

Результаты исследования

Проектная методика включает в себя все этапы жизненного цикла имитационной модели. Особое внимание уделено ранним этапам моделирования, таким как системное рассмотрение проблемной ситуации, определение моделируемого объекта и цели моделирования, которые являются наиболее важными с точки зрения системного подхода. Недостаточная проработка данных этапов может привести к серьезным затруднениям на последующих этапах моделирования. Поэтому, после ознакомления с инструментальными системами имитационного моделирования

студент самостоятельно изучает проблемную ситуацию в области его будущей профессиональной деятельности и определяет объект моделирования. Объект моделирования согласовывается с преподавателем. На этапе согласования объекта моделирования формулируется цель моделирования и соответствующие ей процессы, которые в дальнейшем будут имитироваться на модели. Далее определяется размерность модели, то есть количество и соответствующий набор факторов, которые будут оказывать влияние на моделируемые процессы. От мощности данного множества и его содержания существенно зависит сложность реализации будущей модели. Данный этап выполняется преподавателем на основе личного опыта моделирования. Следующий этап — определение входных и выходных параметров модели. Входные и выходные параметры модели определяются студентом на основе принципа целеполагания и согласовываются с преподавателем.

Для формализации данных этапов моделирования используется разработка концептуальной модели. Концептуальная модель представляет собой набор причинно-следственных связей между объектами, получаемых в результате декомпозиции объекта моделирования и соответствующих процессов. Например: на рисунке 1 представлена концептуальная модель процесса производства и реализации некой продукции [18]. Специфика причинно-следственных связей, составляющих модель, заключается в их формализации в следующем виде: Параметры n и k могут быть связаны отношением R (увеличение n приводит к увеличению k) или отношением B (увеличение n приводит к уменьшению k). $R1$ — увеличение производства продукции приводит к увеличению ее реализации; $R2$ — увеличение реализации продукции ведет к увеличению получаемых в процессе реализации денег; $R3$ — увеличение количества денег ведет к увеличению производства продукции; $R4$ — повышение цены на продукцию приводит к увеличению получаемых в процессе реализации продукции денег; $R5$ — увеличение спроса на продукцию ведет к увеличению ее реализации.

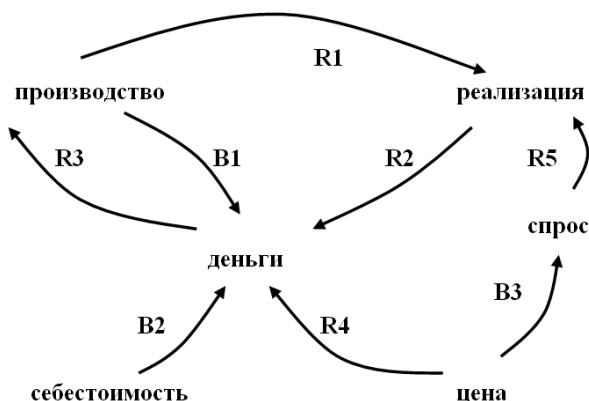


Рис. 1. Концептуальная модель «Производство – реализация»

$B1$ — увеличение производства продукции ведет к уменьшению количества денег, ввиду затрат на производство; $B2$ — увеличение себестоимости продукции ведет также к уменьшению количества денег; $B3$ — повышение цены на продукцию уменьшает спрос на нее.

Формализации объекта моделирования в виде данной концептуальной модели удобна для студента, поскольку ее структура соответствует естественному процессу наращивания системных знаний человеком. Данной концептуальной модели однозначно соответствует следующая структура имитационной модели [18], реализованная на языке системных (потокowych) диаграмм (рис. 2). В модели реализованы два материальных потока — это поток продукции «produce и sale» и поток денег «credit и debet». Для аккумуляции первого потока использованы уровни «storage и All», второго — «account». Поток производства продукции «produce» зависит от инвестиций в этот процесс «debet» и себестоимости производства единицы продукции «prime_cost». Поток реализации продукции «sale» зависит от спроса «demand» и наличия продукции «storage», спрос «demand» зависит от цены реализации продукции «price». Доход зависит от объема реализации продукции «sale» и цены реализации «price». Расход «debet» — от наличия оборотных средств «account».

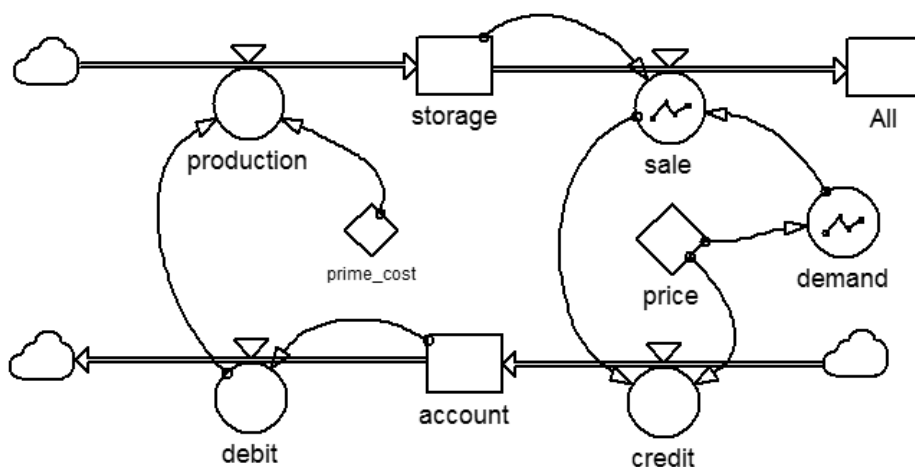


Рис. 2. Системно-динамическая модель «Производство – реализация»

Далее, исходя из набора выходных параметров, сущности моделируемых процессов и цели моделирования, определяется шаг интегрирования модели. В некоторых случаях выбирается наиболее эффективный метод интегрирования. Данный этап выполняется студентом при непосредственной поддержке преподавателем. После этого преподавателем на основе личного опыта разработки имитационных моделей выбирается наиболее подходящий тип будущей модели: системно-динамическая или мультиагентная модель. Для реализации системно-динамических моделей используются системы имитационного моделирования Powersim [19] и AnyLogic [20], для реализации мультиагентных моделей используется система имитационного моделирования AnyLogic.

Затем следует самый трудоемкий, самый длительный и самый интересный этап — развитие модели. Он представляет собой итерационный процесс верифика-

ции модели, корректировки значений параметров и корректировки структуры модели. Выполняется данный этап студентом самостоятельно под контролем преподавателя. В результате развивается не только модель, но и, что особенно важно и является главной целью предлагаемой проектной методики, соответствующие когнитивные структуры студента. Результатом данного этапа проектной методики и всего проекта является имитационная модель, реализованная средствами выбранной системы имитационного моделирования и результаты исследования модели в виде нескольких, актуальных для исследуемой предметной области, сценариев. Главным критерием оценки работы (проекта) является адекватность полученных на модели сценариев реальным процессам исследуемой предметной области. Кроме того, учитывается корректность интерпретации результатов моделирования для различных сценариев, чувствительность модели относительно входных параметров, устойчивость динамической системы (модели) на всем диапазоне допустимых значений входных параметров, степень формализации моделируемых процессов, размер модели (количество переменных).

Обсуждение

В работе сделан акцент на ранние, менее изученные с точки зрения формализации и алгоритмизации, этапы имитационного моделирования. Системное рассмотрение проблемной ситуации, результатом которого является определение моделируемого объекта и соответствующих цели моделирования и процессов, опирается на системный подход — рассмотрение вмещающей системы, что характерно для российской — советской школы имитационного моделирования. Теоретические основы такого подхода заложены еще в 40–50 годы [21, 22], когда при пятилетнем планировании развития народного хозяйства СССР экономика страны рассматривалась как единое целое. Исходя из этого, определялись цели отраслей экономики и далее до отдельных предприятий. Западный — американский подход — в то время во главу угла ставил цели развития отдельных (частных) предприятий, функционирующих в недетерминированной (рыночной) внешней среде [23], что привело к значительному развитию систем (пакетов) имитационного моделирования и, с другой стороны, упрощению законов функционирования моделируемых объектов. К сожалению, эти недостатки западного подхода появились в современной трактовке и российских идей имитационного моделирования. Возможно, это объясняется тем, что российские молодые ученые в 90–00-х годах не имели возможность изучать опыт советских ученых, так как не издавались и не переиздавались соответствующие книги, и включились в гонку: создания своих систем имитационного моделирования по образцу западных». В результате имитационное направление в современной науке почти утратило важный элемент — системный подход к объектам моделирования.

Заключение

Применение имитационного моделирования в качестве инструмента исследования динамической сложности систем при проведении лабораторных занятий в вузе позволяет повысить эффективность освоения студентами таких дисциплин

Имитационное моделирование как инструмент исследования динамической сложности систем в проектной методике проведения лабораторных занятий в вузе как системный анализ, общая теория систем, теория моделей и тому подобных, развивающих критическое мышление. Имитационное моделирование обеспечивает создание в лабораторных условиях наглядной картины функционирования объекта исследования в различных аспектах и дает возможность экспериментирования на модели данного объекта.

Список литературы

1. Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П. Введение в системный анализ. Москва: Высшая школа, 1989. 367 с.
2. Солсо Р. Когнитивная психология. Санкт-Петербург: Питер, 2006. 589 с.
3. Солодовников В. В., Тумаркин В. И. Теория сложности и проектирование систем управления. Москва: Наука, 1990. 168 с.
4. Sterman J. D. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. Boston: Irwin/McGraw-Hill, 2000. XXVI, 982 p.
5. Константинов Е. В., Тимченко В. С. Применение имитационного моделирования в учебном процессе транспортного ВУЗа // Мир науки. Педагогика и психология. 2015. № 3. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/42PDMN315.pdf> (дата обращения: 09.08.2024).
6. Гордиенко Т. П., Марченко С. Г. Имитационное моделирование как перспективный метод повышения качества образования // Современное педагогическое образование. 2023. № 4. С. 24–28. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/imitatsionnoe-modelirovanie-kak-perspektivnyy-metod-povysheniya-kachestva-obrazovaniya> (дата обращения: 09.08.2024).
7. Власов Д. А., Синчуков А. В. Имитационное исследование теоретико-игровых моделей на основе wolfram-технологий // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2020. № 1. <https://doi.org/10.25559/SITITO.16.202001.235-245>.
8. Simulation-Based Learning in Higher Education: A Meta-Analysis / O. Chernikova, N. Heitzmann, M. Stadler, D. Holzberger, T. Seidel, F. Fischer // Review of Educational Research. 2020. Vol. 90, iss. 4. P. 499–541. <https://doi.org/10.3102/0034654320933544>.
9. Simulation-Based Education in US Undergraduate Medical Education: A Descriptive Study / K. K. Campbell, K. E. Wong, A. M. Kerchberger, J. Lysikowski, D. J. Scott, M. S. Sulistio // Simulation in Healthcare. The Journal of the Society for Simulation in Healthcare. 2023. Vol. 18, iss. 6. P. 359–366. <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000705>.
10. Lehtinen E. Can simulations help higher education in training professional skills? // Learning and Instruction. 2023. Vol. 86. P. 101772. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2023.101772>
11. Practical exercises of computer-aided process synthesis for chemical engineering undergraduates / J. S. Krunal, A. Mehta, S. R. Panda, H. Panchal, R. Sinha // Education for Chemical Engineers. 2024. Vol. 48. P. 31–43. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2024.04.002>.

12. Introducing process simulation as an alternative to laboratory session in undergraduate chemical engineering thermodynamics course: A case study from Sunway University Malaysia / Z. Y. Kong, Abdul Aziz Omar, Sian Lun Lau, J. Sunarso // *Digital Chemical Engineering*. 2024. Vol. 12. P. 100167. <https://doi.org/10.1016/j.dche.2024.100167>.

13. Simulation-based education involving online and on-campus models in different European universities / N. Campos, M. Nogal, C. Cali et al. // *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2020. Vol. 17. Art. 8. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-0181-y>

14. Hubalovsky S. System Approach, Modeling, Simulation as Educational Technologies in Algorithm Development and Programming // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2015. Vol. 191. P. 2226–2230. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.267>.

15. Control-oriented Aircraft Modelling and Analysis Framework for Educational Purposes / R. D. Mocsaányi, B. Takarics, B. Vanek et al. // *IFAC-PapersOnLine*. 2021. Vol. 54, iss. 12. P. 26–31. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.11.005>.

16. Павловский Ю. Н., Белотелов Н. В., Бродский Ю. И. Имитационное моделирование. Москва: Академия, 2008. 236 с.

17. Кобелев Н. Б. Введение в общую теорию имитационного моделирования. Пособие для разработчиков имитационных моделей и их пользователей. М.: Пинт-Сервис, 2007. 126 с.

18. Горохов А. В. Системный анализ: лабораторный практикум. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015. 56 с.

19. Powersim 2.5 Reference Manual. Herndon, USA: Powersim Press, 1996, 427 p.

20. Borshchev, A. The Big Book of Simulation Modeling: Multimethod Modeling with Anylogic 6. AnyLogic North America, 2013. 614 p.

21. Применение математики в экономических исследованиях / под ред. В. С. Немчинова. Москва: Соцэкгиз, 1959. Т. 1. 488 с.

22. Применение математики в экономических исследованиях / под ред. В. С. Немчинова. Москва: Соцэкгиз, 1961. Т. 2. 535 с.

23. Forrester J. W. Industrial Dynamics. Portland: Productivity Press, 1961. 464 p.

References

1. Peregudov F. I., Tarasenko F. P. Vvedenie v sistemnyj analiz = Introduction to System Analysis. Moscow: Vysshaja shkola; 1989. 367 p. (In Russ.).

2. Solso R. Kognitivnaja psihologija = Cognitive psychology. Sankt-Peterburg: Piter; 2002. 592 p. (In Russ.).

3. Solodovnikov V. V., Tumarkin. V. I. Teorija slozhnosti i proektirovanie sistem upravlenija = Complexity theory and control systems design. Moscow: Nauka; 1990. 168p. (In Russ.).

4. Sterman J. D. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. Boston: Irwin/McGraw-Hill; 2000. XXVI, 982 p.

5. Konstantinov E. V., Timchenko V. S. *Primenenie-imitatsionnogo-modelirovaniya-v-uchebnom-protseste-transportnogo-vuza* = Application of simulation modeling in the educational process of a transport university. *Mir nauki. Pedagogika i psihologija* = The world of science. Pedagogy and Psychology. 2015; 3. [cited: 2024 Aug 09]. Available from: <https://mir-nauki.com/PDF/42PDMN315.pdf>.

6. Gordienko T. P., Marchenko S. G. *Imitacionnoe modelirovanie kak perspektivnyj metod povysheniya kachestva obrazovaniya*. *Sovremennoe pedagogicheskoe obrazovanie* = Modern pedagogical education 2023; 4 p. 24–28. (In Russ.) [cited: 2024 Aug 09]. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/imitatsionnoe-modelirovanie-kak-perspektivnyy-metod-povysheniya-kachestva-obrazovaniya>.

7. Vlasov D. A., Sinchukov A. V. *Imitacionnoe issledovanie teoretiko-igrovyyh modelej na osnove wolfram-tehnologij*. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie* = Modern Information Technology and IT Education. 2020; 1. (In Russ.) [cited: 2024 Aug 09] <https://doi.org/10.25559/SITITO.16.202001.235-245>

8. Chernikova O., Heitzmann N., Stadler M. Holzberger D., Seidel T., Fischer F. Simulation-Based Learning in Higher Education: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*. 2020. <https://doi.org/10.3102/0034654320933544>

9. Campbell K. K., Wong K. E., Kerchberger A. M., Lysikowski J., Scott D. J., Sulistio M. S. Simulation-Based Education in US Undergraduate Medical Education: A Descriptive Study. *Simulation in Healthcare: The Journal of the Society for Simulation in Healthcare*. 2023. 18 (6): p. 359–66, December 2023. <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000705>

10. Lehtinen E. Can simulations help higher education in training professional skills?. *Learning and Instruction*. 2023; (86), 101772, [cited: 2024 Aug 09] <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2023.10177>

11. Krunal J. S., Mehta A., Panda S. R., Panchal H., Sinha R. Practical exercises of computer-aided process synthesis for chemical engineering undergraduate. *Education for Chemical Engineers*. 2024 (48); 31-43, [cited: 2024 Aug 09]. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2024.04.002>

12. Kong Z. Y., Abdul Aziz Omar, Sian Lun Lau, Sunarso J. Introducing process simulation as an alternative to laboratory session in undergraduate chemical engineering thermodynamics course: A case study from Sunway University Malaysia. *Digital Chemical Engineering*. 2024(12);100167. [cited: 2024 Aug 09]. <https://doi.org/10.1016/j.dche.2024.100167>

13. Campos N., Nogal M., Caliz C. et al. Simulation-based education involving online and on-campus models in different European universities. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2020. 17; 8. [cited: 2024 Aug 09] <https://doi.org/10.1186/s41239-020-0181-y>

14. Hubalovsky S. System Approach, Modeling, Simulation as Educational Technologies in Algorithm Development and Programming. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2015 [cited: 2024 Aug 09]; (191): 226-2230. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.267>

15. Mocsányi R. D., Takarics B., Vanek B. et al. Control-oriented Aircraft Modelling and Analysis Framework for Educational Purposes. *IFAC-PapersOnLine*. 2021; 54 (12): 26-31 [cited: 2024 Aug 09]. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.11.005>
16. Pavlovskij Ju. N., Belotelov N. V., Brodskij Ju. I. Imitacionnoe modelirovanie = Simulation modeling. Moscow: Akademija; 2008. 236 p. (In Russ.).
17. Kobelev N. B. Vvedenie v obshhuju teoriju imitacionnogo modelirovanija. Posobie dlja razrabotchikov imitacionnyh modelej i ih pol'zovatelej = Introduction to the general theory of simulation modeling. A manual for developers of simulation models and their users. Moscow: Pint-Servis; 2007. 126 p. (In Russ.).
18. Gorokhov A. V. Sistemnyj analiz: laboratornyj praktikum = Systems Analysis: Laboratory Workshop. Joshkar-Ola: PGTU; 2015. 56 p. (In Russ.).
19. Powersim 2.5 Reference Manual. Herndon, USA: Powersim Press, 1996. 427 p.
20. Borshchev A. The Big Book of Simulation Modeling: Multimethod Modeling with Anylogic 6. AnyLogic North America; 2013. 614 p.
21. Nemchinov V. S. (Ed.). Primenenie matematiki v jekonomicheskikh issledovanijah = The Application of Mathematics in Economic Research. Moscow: Publishing House of Socio-Economic Literature; 1959. Vol. 1. 488 p. (In Russ.).
22. Nemchinov V. S. (Ed.). Primenenie matematiki v jekonomicheskikh issledovanijah = The Application of Mathematics in Economic Research. Moscow: Publishing House of Socio-Economic Literature; 1961. Vol. 2. 535 p. (In Russ.).
23. Forrester J. W. Industrial Dynamics. Portland, OR: Productivity Press; 1961. 464 p.

Научная статья

УДК 373.5.016:004.942

DOI: 10.17853/2587-6910-2024-13-40-55

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Ольга Максимовна Корчажкина

кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Федеральный
исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии
наук, ORCID 0000-0002-0020-4914 г. Москва, Россия, olgakomax@gmail.com

Аннотация. На примере материалов нового учебного пособия «Математическое моделирование для школьников» рассматриваются отдельные теоретические аспекты технологии математического моделирования и её реализация в реальных практических задачах, предлагаемых школьникам на уроках математики, физики и информационных технологий, а также соревнованиях по математическому моделированию. Внедрение технологии математического моделирования в школьное образование способствует формированию у учащихся инженерного мышления и инженерной культуры.

Ключевые слова: инженерное образование; математическое моделирование; инженерное мышление; интерактивные модели

Для цитирования: Корчажкина О. М. Математическое моделирование как составляющая инженерного образования // Новые информационные технологии в образовании и науке. 2024. № 13 С. 40–55. <https://doi.org/10.17853/2587-6910-2024-13-40-55>

MATHEMATICAL MODELING AS A COMPONENT OF ENGINEERING EDUCATION

Olga Maksimovna Korchazhkina

Ph.D. in Engineering, Senior Researcher, Federal Research Centre “Computer Science
and Control” of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
olgakomax@gmail.com

Abstract. Using the materials of the new textbook “Mathematical Modeling for School Students” as an example, the article examines some theoretical aspects of the mathematical modeling technology and its implementation in real practical tasks that school students are offered in Mathematics, Physics and Information technology lessons, as well as on mathematical modeling competitions. The introduction of the mathematical modeling

technology into school education contributes to the formation students' engineering thinking and culture.

Keywords: *engineering education; mathematical modeling; engineering thinking; interactive models*

For citation: *Korchazhkina O. M. Mathematical modeling as a component of engineering education // New information technologies in education and science. 2024; 13: 40-55 <https://doi.org/10.17853/2587-6910-2024-13-40-55>*

简评：以新教材《中学生数学模拟》为例，探讨了用在物理学、信息学课与数学模拟竞赛的数学模拟方法理论方面及其在实际问题中的应用。将数学模拟方法广泛引入学校教育，有利于学生工程思维和工程文化的形成。

主题词：工程教育；数学模拟；工程思维；互动模型

1. Введение

Навыки моделирования являются важной составной частью практического воплощения инженерного мышления научно-технического работника, осуществляющего проектно-конструкторскую деятельность [1, с. 35]. Что касается математического моделирования, то оно является основным подходом к выработке концепции будущей рабочей модели: её представление в виде идеализированного образца (прототипа), оценка её возможной 3D-конструкции и анализ результатов предварительных испытаний в виртуальной лаборатории. Это позволяет инженеру на основании исследования физических и функциональных принципов поведения образца принять решение о целесообразности разработки реального объекта. Тем не менее, специалисты в области математического моделирования отмечают, что «Любая математическая модель есть всего лишь сумма предположений, измерений и данных, заложенных в неё её создателями. Предсказания математической модели — всего лишь следствия того, что в неё заложено, хотя эти следствия иногда оказываются неочевидными и неожиданными» [2, с. 15].

Математическое моделирование, реализуемое с помощью компьютерных технологий, базируется на наборе математических инструментов, методов и правил, согласно которым и используя которые конструктор-исследователь воплощает задуманное в виде приближённого и упрощённого виртуального подобия будущего устройства или исследуемого процесса. Естественно, что подобная математическая модель, связанная с первоначальной научной или практической идеей, должна опираться и подчиняться физико-математическим законам, а исследование её конструкции и поведения будет являться первым шагом, или «точкой отсчёта», в череде проверок жизнеспособности первоначальной гипотезы.

Прикладная значимость, а значит и актуальность, внедрения в образовательный процесс технологии математического моделирования как одного из важнейших компонентов в деле развития инженерного образования возрастает в наши дни

в связи с необходимостью «пропедевтической» подготовки будущих научно-технических работников, начиная со школьной скамьи. Успешная реализация этой технологии становится возможной благодаря наличию интерактивных творческих сред — таких, например, как «1С: Математический конструктор» [3] или находящегося на завершающей стадии разработки «Конструктора интерактивных заданий» компании «1С».

Кроме того, увеличивается число методических разработок, авторами которых становятся заинтересованные учителя математики, физики, информатики, накапливающие опыт решения задач математического моделирования на уроках и в проектной деятельности учащимися классов инженерного профиля, в кружковой работе, системе дополнительного образования, а также при организации соревнований и олимпиад по математическому моделированию среди школьников 8–11-х классов. Можно назвать два мероприятия, проводимые специализированным учебно-научным центром (факультетом) СУНЦ МГУ — Школой им. А. Н. Колмогорова: всероссийский конкурс по математическому моделированию (<https://internat.msu.ru/educational-projects/turniry-i-konferentsii/vkmm-about/>) и турнир по математическому моделированию (<https://internat.msu.ru/educational-projects/turniry-i-konferentsii/turnir-mm/turnir-mm-about/>).

2. Выбор учебного пособия по математическому моделированию для школьников 8–11 классов

В нашей стране математическое моделирование экономических и производственных процессов начало внедряться в образовательную практику с конца 1980-х годов, когда появились первые научные издания и учебные пособия для высшей школы, выпущенные рядом столичных вузов (см., например, [4; 5]).

Дальнейшее направление теории математического моделирования стало развиваться в сторону методов построения дифференциальных моделей, перспективы которых в сфере экологии, экономики и социологии были представлены академиком В. И. Арнольдом в 1997 году на семинаре при Президентском совете Российской Федерации [6]. С того времени вышло в свет значительное число учебных пособий для системы среднего и высшего профессионального образования, ориентированных преимущественно на чисто теоретические подходы к технологии моделирования на основе численных методов решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, возникающих в задачах по ИКТ, радиофизике, радиосвязи [7]; в задачах, исследующих поведение физических, химических и экологических динамических систем, клеточных автоматов, явление перколяции, представляющее собой физический или химический процесс протекания или непротекания жидкостей через пористые или адсорбирующие материалы, и кинетического роста [8]; в задачах на основе использования фундаментальных законов сохранения (энергии, импульса, момента импульса и др.) и вариационных принципов с примерами построения математических моделей из области физики, химии, биологии, экономики и гуманитарных наук [9].

Практикум [10] для студентов среднего профессионального образования, обучающихся по специальности «Информационные системы и программирование», а также для студентов экономических специальностей содержит девять тематических блоков, каждый из которых включает краткий теоретический материал и задания для самостоятельной работы по темам: целевая функция; однофакторные и многофакторные оптимизационные задачи; построение стохастических моделей; методы, основанные на рангах и методы прогнозирования.

В последнее время появилось несколько учебных пособий по математическому моделированию, адресованных школьникам старших классов [11; 12; 2]. В научно-популярном издании [11] автор ставит задачу заинтересовать школьников технологией математического моделирования, рассказывая об истоках математических моделей, об использовании моделей эпидемии, производства товаров и услуг, потребительского спроса и ряда других. В издательстве «Просвещение» вышло учебное пособие [12], материалы которого рекомендуется использовать в качестве элективного курса или источника дополнительной информации на уроках физики, математики, биологии в профильных 10–11-х классах. В пособии рассматриваются методы математического моделирования в сферах экономики, социологии, логистики. Особую помощь учителю могут оказать методические разработки по проведению различных форм учебного взаимодействия — учебного занятия, практической работы, учебного проекта, учебного исследования и учебной экскурсии.

Следует учитывать, что в последнее время в школьном образовании продолжает развиваться *STEM*-подход (от англ. *Science, Technology, Engineering, Mathematics*), представляющий собой единую систему обучения, целью которой является вовлечение учащихся в творческую инженерно-техническую деятельность, для чего создаются классы инженерного профиля, что отвечает возрастающей потребности общества в инженерно-технических специалистах на рынке труда. Все эти тенденции потребовали от представителей научного и педагогического сообщества издания практических материалов по математическому моделированию, не просто ориентированных на школьную аудиторию, а предполагающих систематическое изложение технологии моделирования как мультидисциплинарного направления в среднем образовании, реализующего как количественные исследования по разным дисциплинам, так и позволяющего средствами ИКТ создавать динамические («реально работающие») визуальные модели с заданными характеристиками.

Первой книгой, цель которой — реализовать подобный подход, является учебное пособие [2] с электронным сопровождением [13], позволяющим построить «движущиеся» модели естественных и искусственных объектов и явлений в интерактивной среде математического конструктора [3]. Созданию моделей такого типа, которые будут рассматриваться ниже в разделах 5 и 6, посвящена первая часть пособия. Построение этих моделей доступно школьникам 8–9-го классов. Кроме того, модели, приведённые в разделе 6, являются заданиями, предлагаемыми в курсе по математическому моделированию для педагогов «Особенности содержания и орга-

низации учебного процесса при работе с виртуальными лабораториями “Математическое моделирование”», созданном на базе самого пособия [2] и его электронного сопровождения [13].

Во второй части издания [2] представлены более сложные примеры классических задач по математическому моделированию с решениями, которые способны освоить школьники с уровнем математической подготовки выше среднего (учащиеся 10–11 классов), а в третьей части делается обзор соревнований и конкурсов по математическому моделированию для школьников 8–11-го классов (см. сноску 1 во введении).

Предтечей пособия [2], в котором реализованы инструменты, создающие движение геометрических объектов на виртуальной плоскости, послужили два издания — [14; 15]. Изложение материала в [14] построено на принципах экспериментальной математики, позволяющих школьникам работать в программе динамической геометрии и строить подвижные чертежи, а также осваивать основные приёмы математического эксперимента для решения сложных планиметрических задач. Существенная часть пособия [15] включает теоретический материал, реализованный на более чем двухстах планиметрических задачах, решение которых предполагает использование «языка движений», а также отдельный набор задач практической направленности — «про сыр», «про катер», «про автобус», «про зеркало», «про кривошипно-шатунный механизм».

Таким образом, учебное пособие [2] с электронным приложением [13] обладает, по нашему мнению, неоспоримыми преимуществами, подтверждёнными его практическим использованием в ходе прохождения курса автором статьи, перед другими изданиями по математическому моделированию, предназначенными для школьников старших классов, которые появились в последние годы на рынке образовательной литературы естественно-математического направления.

3. Математическое моделирование и математическое мышление

Корреляция математического моделирования с математическим мышлением отвечает задачам современного образования, поскольку способствует созданию связей между академическими и инженерными возможностями математики. Однако без серьёзной теоретической подготовки невозможно научить школьников ни решению сложных инженерных и физических задач, ни овладению навыками собственно математического моделирования. Действительно, математическое моделирование — это мощный, но не единственный инструмент, предоставляемый математикой для развития практических знаний и навыков другим отраслям знаний, поэтому не стоит при развитии мыслительных способностей учащихся полагаться только лишь на его «безграничные» возможности. Наравне с моделированием следует упомянуть значимость для развития математического мышления всех имеющихся в арсенале педагога способов освоения математического знания — как с теоретической, так и с практической точки зрения. Поэтому парадокс двойственности математики как стимула для познавательной деятельности в современной системе отечественного образования, проявляющийся в виде отрыва содержания школьного математического образования от необходимости усиления инженерных

компонентов математического знания, состоит в дисбалансе некоторых методологических принципов, когда богатство метода подменяется отдельно взятым видом деятельности, хотя и весьма эффективным.

Таким образом, именно парадоксы математического знания периодически приводят — и будут приводить в дальнейшем — к необоснованной гиперболизации, или даже «фетишизации», тех или иных возможностей математики, которым отдаётся предпочтение в зависимости от текущих задач, стоящих перед коллективами научных или образовательных организаций, стремящихся к актуализации математического образования. Поэтому есть основания полагать, что если сводить развитие математического мышления только к применению преимущественно одного-единственного типа деятельности, провозглашающему собственную уникальность в виде способности моделировать те или иные процессы и явления, которые, естественно, невозможны без знания математики, то можно в значительной степени нивелировать достижения предыдущих методических школ. Может получиться, что вместо «актуализации математического образования» произойдёт «актуализация прагматизма», когда сомнению подвергается самооценочность интеллектуальной математической деятельности и её результатов в виде теоретического знания, а единственный и всеобщий смысл математического образования будет сведён только к практической деятельности или подготовке к ней — деятельности, в основу которой положено не прочное фундаментальное знание, а отдельно выбранный тип учебно-познавательной деятельности — например, моделирование.

Именно эти вызывающие опасение факторы могут привести к некоторой ограниченности применения технологии математического моделирования при обучении математике, на которую многие современные учителя смотрят с недоверием не только в силу отсутствия навыков её применения, но и в силу неверия в её эффективность. Тем не менее, математическое моделирование способно оказать и уже оказывает несомненное позитивное влияние на развитие альтернативных методов, применяемых в традиционном математическом образовании.

4. Методологические основы технологии математического моделирования

Продукты математического моделирования, изучаемые в курсе средней школы, наглядно описываются в [2, с. 6]: «В целом примером математического моделирования может служить хорошо изложенный школьный курс физики. Фигурирующие в нём «законы природы» и изучаемые объекты сразу подаются в виде математизированных описаний (в том числе формул), т. е. математических моделей, а объяснение многих явлений природы происходит через вывод их из формул, описывающих поведение объектов, включённых в это явление». К сожалению, математическое моделирование как составляющая одного из методов исследования и изучения отдельных разделов предметных областей не практикуется ни на одном школьном уроке, хотя именно эта технология может послужить объединяющим поли- и трансдисциплинарным звеном для наук естественно-математического цикла, с кото-

рого начнётся формирование единого, цельного мировосприятия учащихся. Специалисты по математическому моделированию выделяют следующие основные цели использования математических моделей в процессе обучения [2, с. 14–15]:

1) **систематизация и формализация знаний** происходит за счёт представления в численном, графическом и общем (алгебраическом) виде объясняющей теории или гипотезы; если созданная математическая модель является динамической, то есть допускает изменение параметров, построение графиков, перемещение, аффинные и другие преобразования объектов на виртуальной плоскости, то понимание моделируемого процесса или явления достигается за счёт вовлечения нескольких каналов восприятия и выполнения соответствующих мыслительных операций, приводящих к усвоению учебного материала;

2) с помощью математического моделирования могут осуществляться не только прямые, но и **косвенные измерения** некоторых величин, связанных математическими формулами и вычислительными алгоритмами с интересующими исследователя параметрами, прямое измерение которых вызывает затруднение или вовсе невозможно; чтобы снять показания с модели и расширить измерительные и вычислительные возможности математических моделей, создаются виртуальные средства измерения — измерительные приборы в виде цифровых и стрелочных часов, линеек, спидометров, угломеров, весов, барометров, амперметров, вольтметров, манометров, счётчиков электроэнергии и воды (по типу дискретного «движка», линейного «ползунка», кругового «циферблата» и пр.), показания которых с помощью математических формул преобразуют полученные величины в искомые;

3) **тестирование гипотез** является едва ли не основной функцией математического моделирования; гипотеза, как научное предположение, неконкретное высказывание, содержащее некоторое сомнение, неопределённость, требует фактологического доказательства, опирающегося на непреложные законы, правила или результаты, полученные в ходе виртуального эксперимента; с целью превращения гипотезы в аргументированное, определённое и достоверное утверждение прибегают к технологии математического моделирования, позволяющему подтвердить или опровергнуть выдвинутую гипотезу путём отбора обоснований, проверки поведения системы и значений параметров на соответствие «законам природы», включая экстремальные варианты и труднопредсказуемые случаи;

4) **предсказанием поведения** изучаемой системы занимаются *прямые задачи* моделирования, построенные по принципу дедуктивного рассуждения, с прямым развёртыванием причинно-следственных связей, когда поведение системы исследуется исходя из начальной гипотезы, принимаемой за достоверную на основе известных предположений, принципов или законов; обычно в таких задачах исследователь не знает конечного результата, а лишь отслеживает возможные варианты развития событий; прямые задачи моделирования демонстрируют изменения, которые происходят с исследуемыми объектами при различных условиях или при изменении параметров, что является одной из целевых функций математического моделирования, направленных на формирование и верификацию гипотезы исследования; предсказать поведение системы и выдвинуть правдоподобную гипотезу в таких случаях,

опираясь только на качественные методы исследования, не представляется возможным; нетривиальные математические модели, например, вероятностные или модели поведения сложных нелинейных систем, включают варианты поведения объектов в различных ситуациях — при заданных начальных условиях или условиях, претерпевающих изменения на промежуточных этапах развития ситуации;

5) **решение задач управления и оптимизации** осуществляется с помощью обратных задач моделирования, построенных по принципу индуктивного рассуждения, с обратным движением от конечной цели, например, для получения оптимального или приемлемого результата через реверс причинно-следственных связей к начальным условиям («обобщающей» гипотезе); при этом математическая модель показывает, какими управляющими сигналами можно добиться результатов для достижения заданной цели или планируемого результата математическая модель выстраивается по принципу «от конечной цели к начальным условиям»;

6) при **замене изучения реального объекта изучением его математической модели** встаёт вопрос о степени идеализации реального объекта, которая определяет адекватность самой модели и зависит от того, какие качества будущего виртуального прототипа исследователь считает приоритетными; аппроксимация реального объекта с помощью математической модели сводится к выделению его свойств, значимых для проводимого исследования, и их воплощению в математической модели;

7) **планирование экспериментов** является важнейшей функцией математического моделирования, когда исследователь на основе предсказания поведения изучаемой системы (см. выше п. 4) закладывает в модель необходимый перечень экспериментов, а также требуемые для их осуществления ресурсы, параметры и условия, что позволит подтвердить или опровергнуть первоначальную гипотезу.

Приведём примеры интерактивных математических моделей из учебного пособия [2] с электронным сопровождением [13], в которых реализуются описанные функции. Естественно, что в процесс решения каждой практической задачи может быть вовлечено несколько целевых функций, однако количество ведущих функций ограничивается, как правило, одной или двумя важнейшими функциями, заложенными исследователем для получения приемлемого результата.

5. Примеры математических моделей физических процессов

Задача «Штурманский план» (составление навигационного курса судна, приводящего в конкретный пункт назначения при заданной скорости течения реки) [2, с. 19–23; 13] (рис. 1) реализует целевую функцию возможности достижения конечного пункта маршрута при неколлинеарности векторов скорости судна и скорости течения реки. Составляя эту математическую модель, учащиеся используют навыки геометрических построений с помощью интерактивной творческой среды «1С:Математический конструктор» (1С:МК) [3], знания по векторной алгебре для построения виртуального компаса, конструируют виртуальные спидометры по типу «ползунок» для измерения и фиксации скорости течения реки и движения судна.

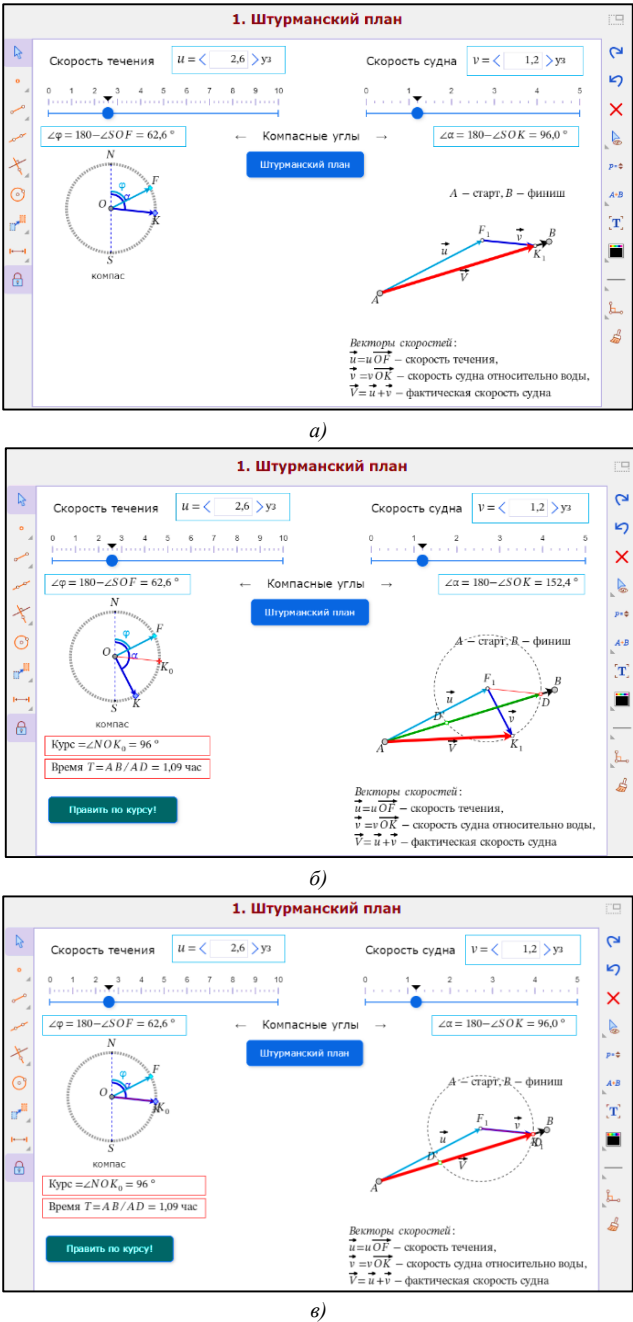


Рис. 1. Задача «Штурманский план» (<https://mathmodbook.internat.msu.ru/1-1.html>): условие задачи (а); создание компаса (б); составление навигационного курса (в)

Задача «Как доехать быстрее?» (определение оптимального маршрута движения объекта между двумя пунктами) [2, с. 24–31; 13] (рис. 2) реализует целе-

вую функцию по использованию инструментов измерения и вычисления для решения задачи оптимизации. При составлении математической модели маршрута движения индивидуального автомобилиста по автодорогам учащимся необходимы навыки создания графической схемы маршрута в интерактивной творческой среде «1С:МК» с использованием необходимых математических формул, а также способы измерения отрезков инструментом «Длина». Оптимальный маршрут движения выбирается по критерию минимального времени.

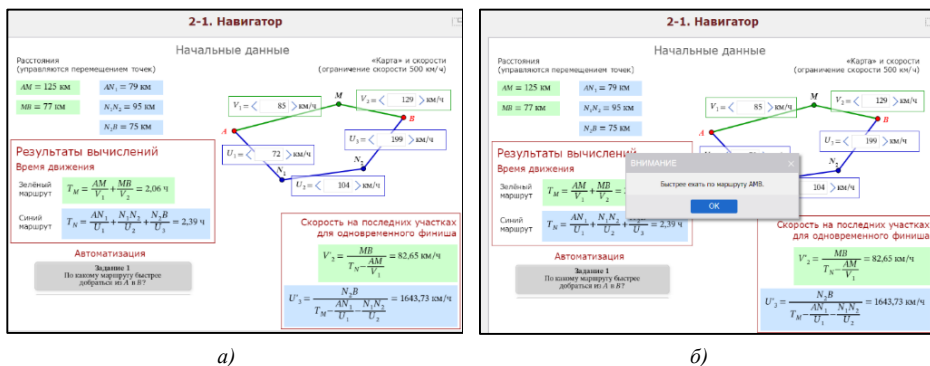


Рис. 2. Задача «Как доехать быстрее?» (<https://mathmodbook.internat.msu.ru/2-1.html>): условие задачи и промежуточные построения (а); проверка оптимального решения (б)

Задача о смотровой площадке (определение наилучшего места стоянки туристического автобуса для обзора старинного дворца, расположенного под некоторым углом к шоссе) [2, с. 66–67; 13] (рис. 3, а, б, где фасад дворца обозначен отрезком AB) предполагает нахождение точки P на трассе, из которой фасад дворца видится под наибольшим углом APB . Целевая функция задачи — оптимизация положения смотровой площадки. Графическое решение задачи с помощью математической модели, созданной в интерактивной творческой среде «1С:МК», сводится к построению графика функции $f(P)$ — зависимости от угла обзора от расположения автобуса в точке P на трассе (рис. 3, в, г) и нахождению «лицевого» максимума этой функции (рис. 3, д), соответствующего лучшей позиции автобуса для обзора фасада дворца. Существует также и «тыльный» максимум функции $f(P)$, соответствующий точке лучшего обзора оборотной («тыльной») части дворца (рис. 3, е). Если бы дворец был представлен в виде прямоугольника, то можно было бы определить лучшую точку обзора левой торцевой части дворца, расположенной ближе к трассе.

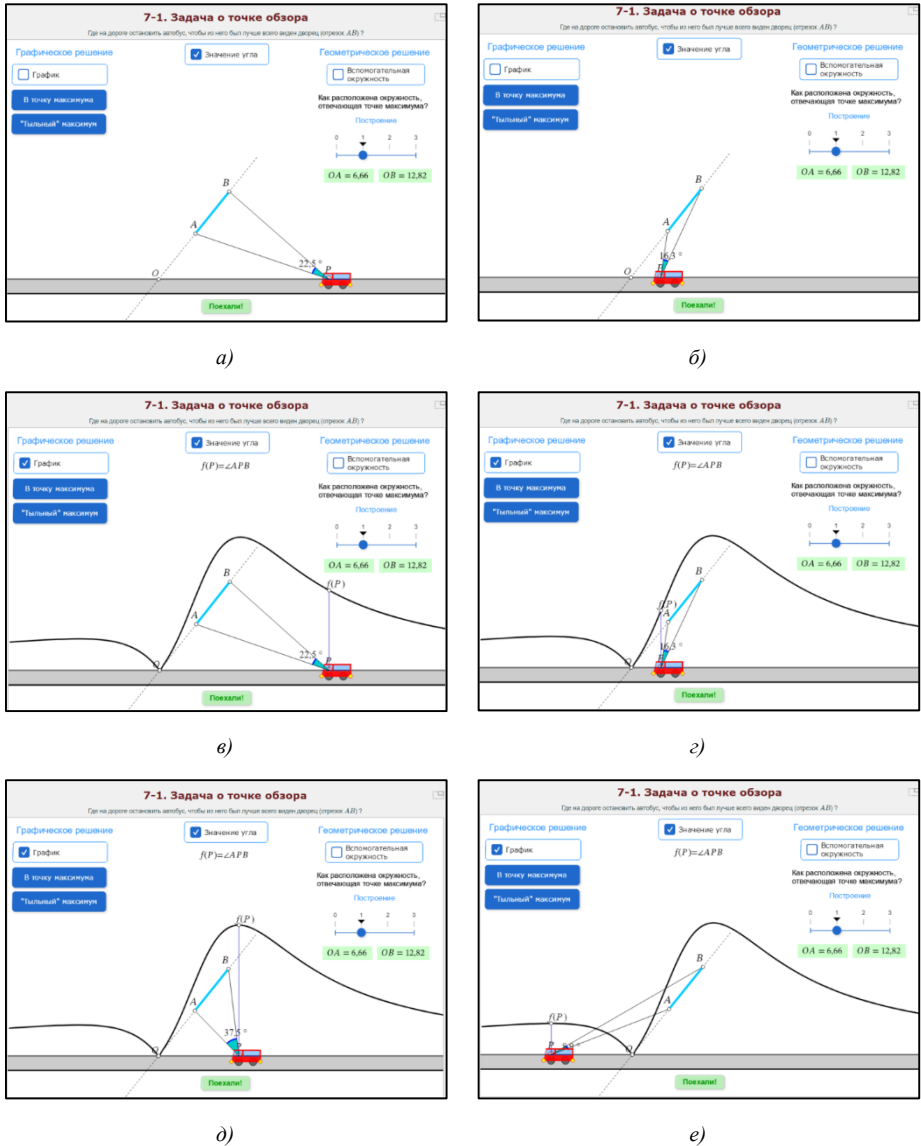


Рис. 3. Задача о смотровой площадке (<https://mathmodbook.internat.msu.ru/7-1.html>). Условие задачи: угол обзора $\angle APB = 22,50$ (а) и $\angle APB = 16,30$ (б); промежуточные построения с графиком изменения угла обзора $f(P) = \angle APB$: для $f(P) = 22,50^\circ$ (в) и $f(P) = 16,30^\circ$ (г); «лицевой» (фасадный) максимум функции $f(P)$ (д) и «тыльный» (оборотный) максимум функции $f(P)$ (е)

Задача о смотровой площадке (определение наилучшего места стоянки туристического автобуса для обзора старинного дворца, расположенного под некоторым углом к шоссе) [2, с. 66–67; 13] (рис. 3, а, б, где фасад дворца обозначен отрезком AB) предполагает нахождение точки P на трассе, из которой фасад дворца видится под наибольшим углом APB . Целевая функция задачи — оптимизация поло-

жения смотровой площадки. Графическое решение задачи с помощью математической модели, созданной в интерактивной творческой среде «1С:МК», сводится к построению графика функции $f(P)$ — зависимости от угла обзора от расположения автобуса в точке P на трассе (рис. 3, в, г) и нахождению «лицевого» максимума этой функции (рис. 3, д), соответствующего лучшей позиции автобуса для обзора фасада дворца. Существует также и «тыльный» максимум функции $f(P)$, соответствующий точке лучшего обзора оборотной («тыльной») части дворца (рис. 3, е). Если бы дворец был представлен в виде прямоугольника, то можно было бы определить лучшую точку обзора левой торцевой части дворца, расположенной ближе к трассе.

6. Практический курс по математическому моделированию для педагогов

Компанией «1С» несколько раз в год проводится интерактивный 26-часовой практический курс по математическому моделированию для школьных учителей, преподавателей вузов и колледжей (<https://obrazovanie.1c.ru/courses/math-model/>) «Особенности содержания и организации учебного процесса при работе с виртуальными лабораториями “Математическое моделирование”». Методической поддержкой слушателям курса служит учебное пособие «Математическое моделирование для школьников» [2] и электронное приложение к пособию [13]. Цель курса — дать возможность педагогу в рамках *STEM*-подхода познакомиться с активно развивающимся направлением в математическом и естественнонаучном образовании. Каждая из шести тем курса заканчивается интерактивными тестовыми заданиями с автоматической проверкой процесса построения и общего результата. На рис. 4–9 приведены скриншоты ряда заданий и результаты их выполнения по темам: «Кинематика колеса» (рис. 4, а–б), «Форма троса» (рис. 5, а–б), «Планетные системы» (рис. 6, а–б), «Силовые поля» (рис. 7, а–б), «Шарнирные механизмы» (рис. 8, а–б), «Кривые второго порядка» (рис. 9, а–б).

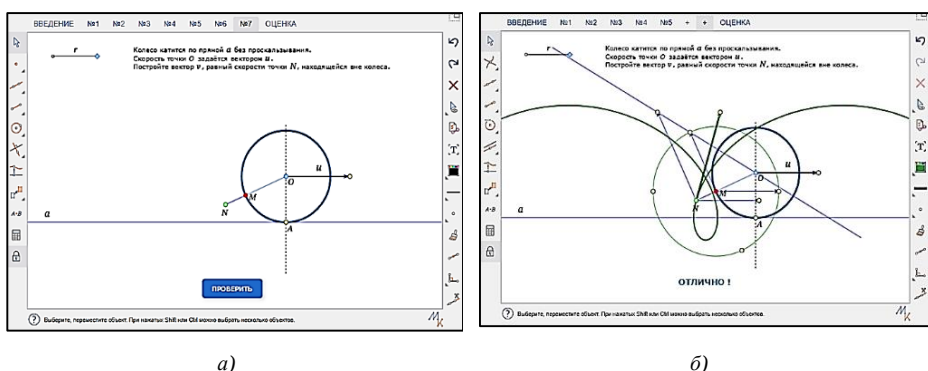


Рис. 4. Задача о движении колеса: условие задачи (а) и решение (б)

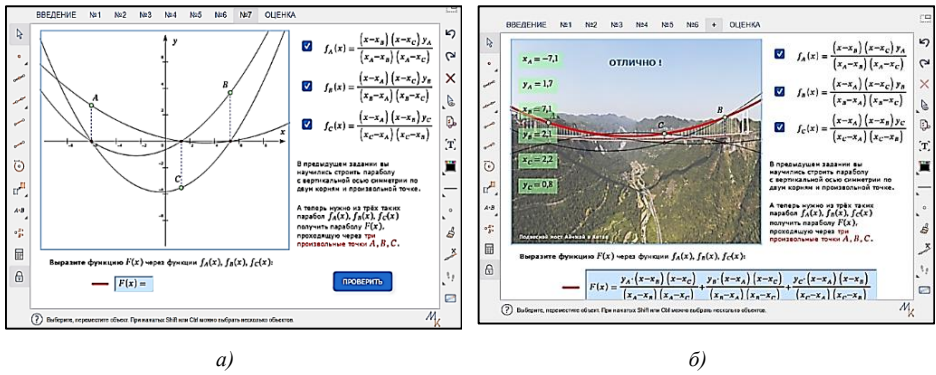


Рис. 5. Задача о натяжении троса подвесного моста: условие задачи (а) и решение (б)

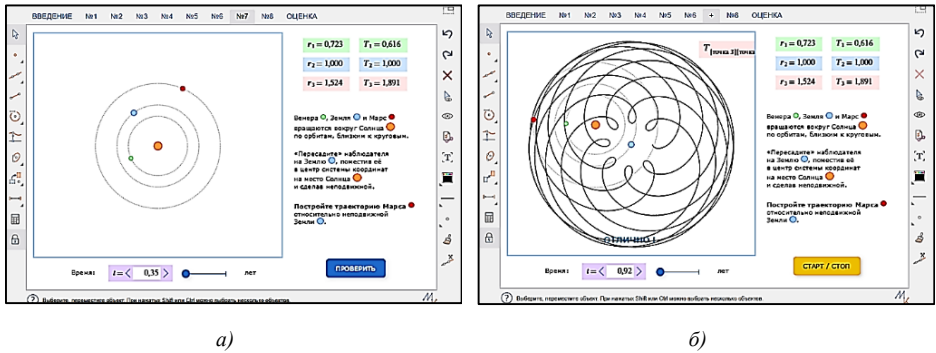


Рис. 6. Задача о движении планет солнечной системы, наблюдаемом с Земли: условие задачи (а) и решение (б)

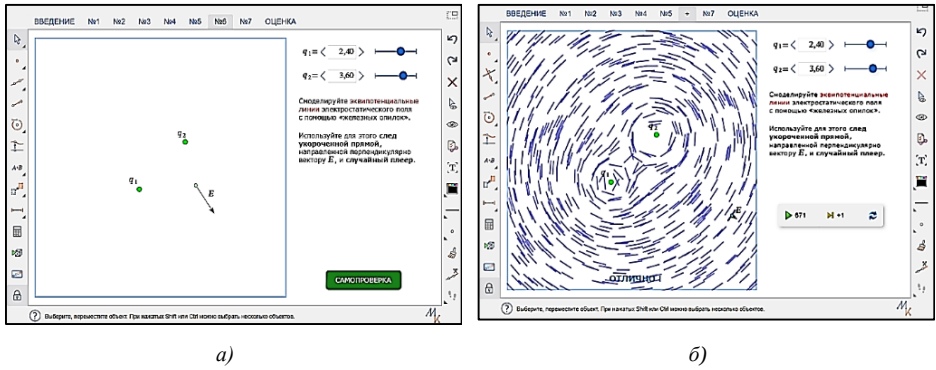


Рис. 7. Задача об электростатическом поле двух зарядов: условие задачи (а) и решение (б)

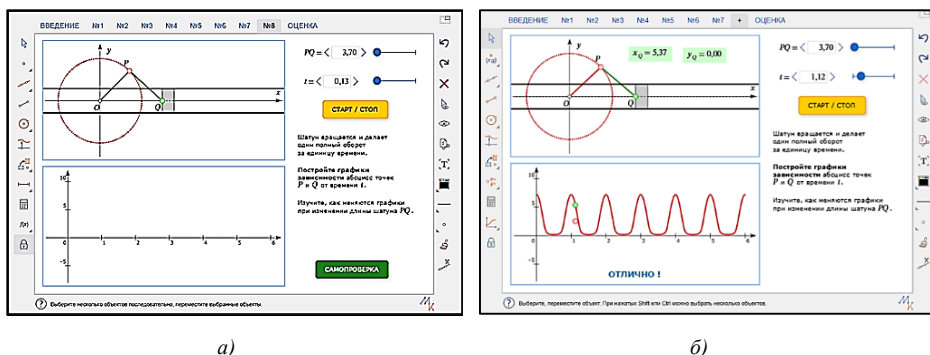


Рис. 8. Задача о работе кривошипно-шатунного механизма: условие задачи (а) и решение (б)

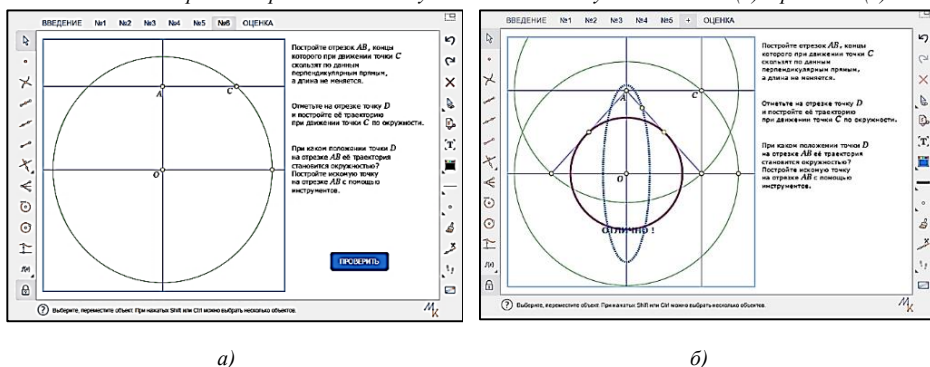


Рис. 9. Задача о траектории сложного движения точки: условие задачи (а) и решение (б)

7. Заключение

Математическое моделирование предлагает ещё один подход к организации практической составляющей математического образования — как инновационную социальную и учебно-познавательную деятельность школьников в рамках образовательного процесса с привлечением совокупности прикладных математических знаний и способов их реального применения. Однако следует иметь в виду, что чрезмерное увлечение моделированием как преобладающим видом учебно-познавательной деятельности может поставить под сомнение традиционные и испытанные на практике модели обучения, в соответствии с которыми развивалось среднее образование во многих странах мира на протяжении столетий.

Список литературы

1. Корчажкина О. М. Составляющие инженерного мышления и роль ИКТ в их формировании // Информатика и образование. 2018. № 6. С. 32–38.
2. Математическое моделирование для школьников / В. Н. Дубровский, В. В. Усатюк, К. К. Авилов, В. А. Булычев, Н. А. Лебедева, Т. А. Чернецкая. Москва: 1С-Паблишинг, 2023. 207 с.
3. 1С:Математический конструктор 10.0. Интерактивная творческая среда для создания математических моделей. URL: <https://obr.1c.ru/mathkit/>.

4. Математические методы моделирования экономических процессов. сборник статей / редкол.: Б. А. Лагоша (гл. ред.) и др. Москва: Московский экономико-статистического институт (МЭСИ), 1986. 136 с.
5. Математическое моделирование: сборник научных трудов / Моск. ин-т стали и сплавов; редкол.: А. И. Широков и др. Москва: Metallurgia, 1990. 160 с.
6. Арнольд В. И. «Жесткие» и «мягкие» математические модели. Москва: Московский центр непрерывного математического образования, 2020. 32 с.
7. Рейзлин В. И. Математическое моделирование. Изд. 2-е, перераб. и доп. Москва: Юрайт, 2023. 127 с.
8. Тарасевич Ю. Ю. Математическое и компьютерное моделирование: Вводный курс. Изд. 7-е, стер. Москва: ЛЕНАНД, 2019. 142 с.
9. Зализняк В. Е., Золотов О. А. Введение в математическое моделирование. Москва: Юрайт, 2023. 134 с.
10. Вейнгерова Е. Д., Салеева Ж. И. Математическое моделирование. Практикум. Москва: КУРС, 2022. 96 с.
11. Горстко А. Б. Познакомьтесь с математическим моделированием. Москва: Вузовская книга, 2023. 146 с.
12. Генералов Г. М. Математическое моделирование: 10–11 классы. Москва: Просвещение, 2021. 159 с.
13. Дубровский В. Н., Усатюк В. В. Электронное приложение к книге «Математическое моделирование для школьников». Москва: 1С-Паблишинг, 2024. URL: <https://internat.msu.ru/mathmodbook/>.
14. Сгибнев А. И. Геометрия на подвижных чертежах. Москва: Издательство Московский центр непрерывного математического образования, 2019. 184 с.
15. Васильев Н. Б., Гутенмахер В. Л. Прямые и кривые. 9-е изд., стер. Москва: Московский центр непрерывного математического образования, 2018. 128 с.

References

1. Korchazhkina O. M. Components of engineering thinking and the role of information technologies in their formation. *Informatika i obrazovanie = Informatics and Education*. 2018; 6: 32-38. (In Rus.)
2. Dubrovsky V. N., Usatyuk V. V., Avilov K. K., Bulychev V. A., Lebedeva N. A., Chernetskaya T. A. Mathematical modeling for schoolchildren. Moscow: 1C-Publishing, 2023. 207 p. (In Rus.)
3. 1C: MathKit10.0. Interactive creative environment for creating mathematical models. Available from: <https://obr.1c.ru/mathkit/>. (In Rus.)
4. Lagosha B. A. (ed.) Mathematical methods for modeling economic processes. Collection of articles. Moscow: Moscow Institute of Economics and Statistics (MESI), 1986. 136 p. (In Rus.)
5. Shirokov A. I. (ed.) Mathematical modeling / Moscow Institute of Steel and Alloys (MISiS). Moscow: Metallurgiya, 1990. 160 p. (In Rus.)
6. Arnold V. I. “Hard” and “soft” mathematical models. Moscow: Moscow Centre of Continuous Medical Education, 2020. 32 p. (In Rus.)

7. Reizlin V.I. Mathematical modeling. Textbook for students of the Moscow Centre for Continuous Medical Education. Moscow: Yurait, 2023. 127 p. (In Rus.)
8. Tarasevich Yu.Yu. Mathematical and computer modeling: Introductory course. Moscow: LENAND, 2019. 142 p. (In Rus.)
9. Zaliznyak V.E., Zolotov O.A. Introduction to Mathematical Modeling. Moscow: Yurait, 2023. 134 p. (In Rus.)
10. Veingerova E.D., Saleeva Zh.I. Mathematical Modeling. Workshop. Tutorial. Moscow: KURS, 2022. 96 p. (In Rus.)
11. Gorstko A.B. Get to Know Mathematical Modeling. Moscow: Vuzovskaya Kniga Publishing House, 2023. 146 p.
12. Generalov G.M. Mathematical Modeling: Grades 10-11: A Tutorial for General Education Organizations: [PDF Edition]. Moscow: Prosveshchenie, 2021. 159 p. (In Rus.)
13. Dubrovsky V. N., Usatyuk V. V. Electronic Supplement to the Book "Mathematical Modeling for Schoolchildren". Moscow: 1C-Publishing, 2024. Available from: <https://internat.msu.ru/mathmodbook/> (In Rus.)
14. Sgibnev A.I. Geometry on moving drawings. Moscow: Moscow Centre of Continuous Medical Education, 2019. 184 p. (In Rus.)
15. Vasiliev N.B., Gutenmakher V.L. Straight and curved. Moscow: Moscow Centre of Continuous Medical Education, 2018. 128 p. (In Rus.)

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ РАДИАЦИОННОЙ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ

Любовь Тимофеевна Плаксина

кандидат технических наук, доцент ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», Россия, Екатеринбург
plt2006v@yandex.ru

Дарья Александровна Лебединка

Студент ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», Россия, Екатеринбург dariaalexle@mail.ru

***Аннотация.** В статье рассмотрены возможности и особенности применения цифровых технологий для подготовки специалистов по рентгенографическому методу неразрушающего контроля на базе оборудования Технопарка РГППУ.*

***Ключевые слова:** цифровизация, подготовка специалистов, информационные технологии, мультимедийные технологии, рентгенографические методы, технопарк, дефектоскопия*

***Для цитирования:** Плаксина Л.Т., Лебединка Д. А. Применение цифровых технологий в подготовке специалистов радиационной дефектоскопии // Новые информационные технологии в образовании и науке. 2024. № 13 С. 56–64. <https://doi.org/10.17853/2587-6910-2024-13-56-63>*

THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE TRAINING OF RADIATION FLAW DETECTION SPECIALISTS

Lyubov Timofeevna Plaksina

Russian State Vocation Pedagogical University, Russia, Yekaterinburg

Daria Alexandrovna Lebedkina

Russian State Vocation Pedagogical University, Russia, Yekaterinburg

***Abstract.** The article discusses the possibilities and features of the use of digital technologies for the training of specialists in the X-ray method of non-destructive testing based on the equipment of the Technopark RSVPU.*

Keywords: digitalization, training of specialists, information technologies, multimedia technologies, X-ray methods, technopark, flaw detection

For citation: Plaksina L. T., Lebedkina D. A. The use of digital technologies in the training of radiation flaw detection specialists // *New information technologies in education and science*. 2024; 13: // *Новые информационные технологии в образовании и науке*. 2024; 13: 56–64. <https://doi.org/10.17853/2587-6910-2024-13-56-63>

简评：文章讨论了基于叶卡捷琳堡俄罗斯国立职业师范大学科技园的设备，使用数字技术培训无损检测射线照相方法专家的可能性和特点。

主题词：数字化、专业培训、信息技术、多媒体技术、X 射线照相法方法、科技园、探伤

Введение

Современные условия глобальной цифровизации предполагают, в числе прочего, широкие возможности цифровизации непосредственно самого процесса обучения, нового подхода к подготовке специалистов [1]. Входящий в состав ФГАОУ Российского государственного профессионально-педагогического университета (РГППУ) Технопарк универсальных педагогических компетенций это технологически насыщенный образовательный центр, ориентированный на усиление практической междисциплинарной и метапредметной подготовки специалистов, базирующейся на информационных технологиях, с компетенциями в области опережающего обучения.

Анализ ФГОС ВО программы бакалавриата по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) для направленности (профиля) «Высокие технологии в сварке и плазменной обработке материалов» и последующий анализ рабочего учебного плана подготовки студентов и рабочей программы дисциплины «Контроль качества сварных соединений» (раздел «Радиационная дефектоскопия») позволил выявить, какими профессиональными компетенциями, знаниями и умениями должен обладать выпускник, освоивший данную дисциплину (раздел). Следует отметить, что в Технопарке РГППУ имеется лаборатория с базовой рентгеновской установкой, включающей в себя имитированную рентгеновскую трубку, которая позволяет проводить эксперименты (лабораторные работы), напрямую связанные с радиационной дефектоскопией, а именно с рентгенографическим методом неразрушающего контроля. Этот факт стал определяющим при выборе темы выпускной квалификационной работы, реализованной авторами настоящей статьи (руководитель выпускной квалификационной работы и студент-дипломник соответственно). Таким образом, после проведения анализа научно-технической, научно-методической и нормативной литературы возникла задача разработки комплекса методических материалов по дисциплине «Контроль качества сварных соединений» (раздел «Радиационная дефектоскопия»), включающего в себя разработку лекционных материалов, лабораторных работ и тестовых заданий для усвоения контроля знаний.

Обзор литературы

Осуществление сбора, систематизации и анализа технической [2; 3], научно-технической литературы и интернет-ресурсов [4; 5] послужило основой при отборе теоретического материала для разработки лекционных материалов по радиационной дефектоскопии и подтвердило значимость формирования профессиональных компетенций по данному разделу контроля качества сварных соединений. Кроме того, был изучен и проанализирован пакет документов, имеющий непосредственное отношение к имитированной рентгеновской трубке Технопарка РГППУ.

Необходимо отметить, что современные специальные требования к мультимедийному обеспечению лекций по инженерно-техническим дисциплинам заключаются в том, что информация для обучающихся должна быть тщательно отобрана, структурирована, а также должна быть представлена в мультимедийной форме (презентации, учебные фильмы и т. д.) [6]. Все это позволяет увеличить количество усвоенной информации, значительно повышая интерес обучающихся к учебному процессу, а также раскрывает и развивает творческий потенциал обучающихся [7; 8]. Применение мультимедийных технологий в современных условиях цифровизации образования возможно и необходимо также при разработке методических материалов как для проведения лабораторных работ, так и для усвоения контроля знаний [9; 10].

Методология, материалы и методы

Методологическое содержание настоящей работы в соответствии с поставленной целью опирается на использование следующих методов:

- теоретических, включающих в себя изучение и анализ научно-методической и научно-технической литературы и нормативно-правовых документов, педагогическое прогнозирование, системный анализ, а также обобщение, сравнение и конкретизацию данных;
- эмпирических, заключающихся в изучении практического опыта, наблюдении и тестировании.

Результаты исследования

При отборе материала для разработки учебно-методического комплекса было акцентировано внимание на то, что в Технопарке РГППУ находится лаборатория с базовой рентгеновской установкой (рисунок 1), включающей в себя имитацию рентгеновской трубки. Имитация рентгеновской трубки — это компьютерная модель, позволяющая визуализировать и изучать процессы, происходящие в рентгеновской трубке.

Для проведения экспериментов (лабораторных работ) имеются все необходимые принадлежности, в том числе и имитированная рентгеновская трубка. Данная модель рентгеновской установки снабжена четырьмя сменными вставными рентгеновскими трубками—вольфрамовой, железной, молибденовой и медной.

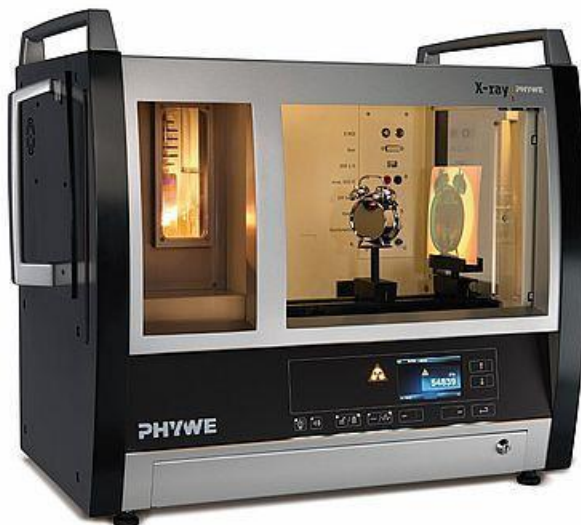


Рис. 1. XR 4.0 X-ray Базовая рентгеновская установка

Применение мультимедийных технологий позволяет преподавателю намного эффективнее управлять демонстрацией визуального материала, организовывать групповую работу и создавать собственные инновационные разработки, не нарушая при этом привычный ритм и стиль работы. В частности, в образовательном процессе широко используются для проведения лекционных и практических занятий электронные презентации. Благодаря презентации можно структурировать информацию, и не только текстовую, но и визуальную: графики, диаграммы, схемы, видеосюжеты, фото и многое другое.

В соответствии с поставленными в ходе дипломирования задачами были разработаны следующие методические материалы:

1. Планы-конспекты лекционных занятий по темам «Рентгеновское и гамма-излучение» и «Рентгенография», включающие в себя материалы по сущности, особенностям, оборудованию и технологии, достоинствам и области применения указанных методов дефектоскопии.

2. Презентации к лекциям по темам «Рентгеновское и гамма-излучение» и «Рентгенография». Фрагмент презентации по теме «Рентгенография» представлен на рисунке 2.

3. Подборка видеороликов с подробным описанием базовой рентгеновской установки XR 4.0 X-ray и всех дополнительных составляющих к ней. В данных видеороликах непосредственно представлена подробная инструкция по эксплуатации.

4. Планы-конспекты лабораторных занятий по темам «Исследование поглощения рентгеновского излучения», «Ионизирующий эффект действия ионизирующего излучения», «Рентгенографическое исследование объектов».

2.1 Рентгенографический метод неразрушающего контроля

Рентгенография – это метод неразрушающего контроля, который использует рентгеновское излучение для получения изображения внутренней структуры и дефектов в каком-либо материале.



Рис. 2. Фрагмент презентации лекции по теме «Рентгенография»

5. Методические указания для проведения лабораторных работ по темам «Исследование поглощения рентгеновского излучения», «Ионизирующий эффект действия ионизирующего излучения», «Рентгенографическое исследование объектов».

6. Тестовые задания для контроля усвоения знаний по разделу «Радиационная дефектоскопия» на базе платформы «GoogleForms». Фрагмент тестового задания представлен на рисунке 3.

6. Выберите правильный порядок обозначения блок-схемы рентгеновского аппарата



- а) 1 – Высоковольтный кабель, 2 – Сеть 220/380 В, 3 – Рентгеновская трубка
- б) 1 – Сеть 220/380 В, 2 – Высоковольтный кабель, 3 – Рентгеновская трубка
- с) 1 – Рентгеновская трубка, 2 – Сеть 220/380 В, 3 – Высоковольтный кабель

Рис. 3. Фрагмент тестового задания раздела «Радиационная дефектоскопия»

Онлайн-сервис GoogleForms, позволяющий создание опросов и тестов, а также сбор ответов непосредственно в Интернете, был выбран по следующим причинам:

- бесплатность, GoogleForms — это полноценный сервис от Google, который предоставляется бесплатно, не требует скачивания сторонних приложений;
- простота использования. Интерфейс GoogleForms интуитивно понятен и прост в освоении, преподаватели могут создавать тесты с разными типами вопросов без дополнительной подготовки;
- автоматический сбор и анализ ответов, все ответы автоматически заносятся в электронную таблицу, преподаватели могут провести статистический анализ правильных и неправильных ответов по каждому вопросу;
- мобильная доступность, GoogleForms доступен не только на ПК, но и в мобильном приложении, обучающиеся могут сдавать тесты на своих смартфонах;
- античит с функцией рандомизации вопросов и версий ответов, что усложняет списывание;
- возможность обмена тестами, преподаватели могут делиться имеющимися тестами, что приводит к экономии времени;
- интеграция с другими Google-сервисами, возможность сохранять и редактировать тесты в GoogleDocs, отправлять их по электронной почте и т. д.

Обсуждение результатов

Актуальность проведенной работы обусловлена потребностью организации процесса обучения с применением высокотехнологичного оборудования, имеющегося в Технопарке РГППУ, в частности, с имитированной рентгеновской установкой, одним из необходимых и обязательных условий которого является наличие соответствующего учебно-методического комплекса (УМК). В то же самое время, анализ практико-ориентированных публикаций показал отсутствие подобного УМК, что и определило цель и задачи работы, которая была выполнена в соответствии с поставленными задачами в полном объеме.

Заключение

Данная разработка рассчитана на использование в учебном процессе при подготовке бакалавров профессионального обучения, а также в перспективе с учетом последующей доработки (например, при разработке дополнительной профессиональной программы) — на подготовку и переподготовку специалистов по рентгенографическим методам неразрушающего контроля (радиационная дефектоскопия). В заключение хотелось бы подчеркнуть, что разработка методических материалов с использованием мультимедийных технологий для обучающихся очень актуальна в настоящее время.

Список литературы

1. Плаксына Л.Т., Глухих А.В. Педагогические условия подготовки рабочих в условиях цифровизации производства // Новые информационные технологии в образовании и науке. 2022. № 3 (7). С. 47–53.

2. Назипов Р. А., Храмов А. С., Зарипова Л. Д. Основы радиационного неразрушающего контроля. Казань: Издательство КГУ, 2008. 66 с.
3. Овчинников В. В. Контроль качества сварных швов и соединений. Вологда: Инфра-инженерия, 2022. 208 с.
4. Герасимов В. М. Виды и методы неразрушающего контроля качества сварных соединений материалов // Наука без границ. 2019. № 12 (40). С. 34–39. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vidy-i-metody-nerazrushayuschego-kontrolya-kachestva-svarnyh-soedineniy/viewer> (дата обращения: 21.06.2024).
5. Алешин Н. П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений. Москва: Инновационное машиностроение, 2019. 576 с.
6. Ваганова О. И., Зиновьева С. А., Глазова В. О. Применение мультимедийных технологий в профессиональном образовании // Проблемы современного педагогического образования. 2022. Вып. 75, ч. 2. С. 60–63. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-multimediynyh-tehnologiy-v-professionalnom-obrazovanii/viewer> (дата обращения: 21.05.2024).
7. Забирова В. Х., Коптякова Е. Е., Клыкова А. Д. Инновационные мультимедийные технологии в образовании на современном этапе образования // Образование и право. 2022. № 2. С. 267–270. DOI: 10.24412/2076-1503-2022-2-267-270 (дата обращения: 10.06.2024).
8. Киргизова Е. В., Церкан М. В. Дидактические возможности использования мультимедиа-технологий в учебном процессе // Концепт. 2013. № 3. С. 3286–3290. URL: <https://e-koncept.ru/2013/53663.htm> (дата обращения: 29.04.2024).
9. Сидорова Л. В., Афанасьева Н. А. Мультимедийные технологии в образовании и обучение студентов педагогических направлений // Концепт. 2017. № 1. С. 110–115. URL: <http://e-koncept.ru/2017/170015.htm> (дата обращения 08.05.2024).
10. Татаринцов К.. Роль презентаций в электронном и традиционном обучении // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2021. Т. 10, № 2 (35). С. 273–275. DOI: 10.26140/anip-2021-1002-0067 (дата обращения 16.05.2024).

References

1. Plaksina L.T., Glukhikh A.V. Pedagogical conditions for training workers in the context of digitalization of production. *New information technologies in education and science*. 2022; 3 (7): 47–53.
2. Nazipov R.A., Khramov A.S., Zaripova L.D. Fundamentals of radiation non-destructive control: a textbook. Kazan: Publishing House of KSU; 2008. 66 p.
3. Ovchinnikov V.V. Quality control of welds and joints. Vologda: Infra-Engineering; 2022. 208 p.
4. Gerasimov V.M. Types and methods of non-destructive quality control of welded joints of materials. *Science without borders*. 2019; 12(40): 34–39. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vidy-i-metody-nerazrushayuschego-kontrolya-kachestva-svarnyh-soedineniy/viewer> (access date: 21.06.2024).
5. Aleshin N.P. Physical methods of non-destructive testing of welded joints. M.: Innovative engineering; 2019. 576 p.

6. Vaganova O. I., Zinovieva S. A., Glazova V. O. Application of multimedia technologies in vocational education. *Problems of modern pedagogical education*. 2022; 75(2): 60–63. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-multimediynyh-tehnologiy-v-professionalnom-obrazovanii/viewer> (access date: 16.05.2024).

7. Zabirowa V. Kh., Koptyakova E. E., Klykova A. D. Innovative multimedia technologies in education at the present stage of education. *Education and law*. 2022; 2: 267–270. DOI: 10.24412/2076-1503-2022-2-267-270 (access date: 10.06.2024).

8. Kirgizova E. V., Tserkan M. V. Didactic possibilities of using multimedia technologies in the educational process. *Concept*. 2013; 3: 3286–3290. URL: <https://e-koncept.ru/2013/53663.htm> (date of contact 29.04.2024).

9. Sidorova L. V., Afanasyeva N. A. Multimedia technologies in education and training students of pedagogical directions. *Concept*. 2017; 1: 110–115. URL: <http://e-koncept.ru/2017/170015.htm> (date of contact 08.05.2024).

10. Tatarinov K. A. The role of presentations in electronic and traditional learning. *Azimuth of scientific research: pedagogy and psychology*. 2021; 10 (2(35)): 273–275. DOI: 10.26140/anip-2021-1002-0067

Научная статья

УДК 378.025.7:378.147.146:004

DOI: 10.17853/2587-6910-2024-13-64-74

ДИЗАЙН-МЫШЛЕНИЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ

Ольга Васильевна Ребко

аспирант ФГБОУ ВО Марийский государственный университет, molochki@yandex.ru

Олеся Геннадьевна Казанцева

Аспирант ФГБОУ ВО Марийский государственный университет
olesya10k@yandex.ru

Наталья Владимировна Матросова

аспирант ФГБОУ ВО Марийский государственный университет, m.natali378@mail.ru

***Аннотация.** В статье исследуются способы применения метода дизайн-мышления при проектировании и разработке цифровых образовательных проектов. Приводится определение дизайн-мышления и структура его этапов, определена сущность цифровых образовательных проектов. Этапы дизайн-мышления соотносятся со стадиями жизненного цикла проекта. Приводятся примеры использования цифровых инструментов и сервисов на различных этапах. В заключении делается вывод о перспективах применения дизайн-мышления для работы над цифровыми образовательными проектами.*

***Ключевые слова:** дизайн-мышление, цифровой образовательный проект, проектная деятельность, креативное мышление, цифровая трансформация, цифровая экономика, цифровые компетенции*

***Для цитирования:** Ребко О. В., Казанцева О. Г., Матросова Н. В. Дизайн-мышление при разработке цифровых образовательных проектов // Новые информационные технологии в образовании и науке. 2024. № 13 С. 64–74 <https://doi.org/10.17853/2587-6910-2024-13-64-74>*

DESIGN THINKING FOR THE DEVELOPMENT OF DIGITAL EDUCATIONAL PROJECTS

Olga Vasilyevna Rebko

postgraduate student Mari State University molochki@yandex.ru

Olesya Gennadevna Kazantseva

postgraduate student Mari State University olesya10k@yandex.ru

Natalia Vladimirovna Matrosova

postgraduate student Mari State University, m.natali378@mail.ru

Annotation. *The article explores the ways of applying the method of design thinking in the design and development of digital educational projects. The definition of design thinking and the structure of its stages are given, the essence of digital educational projects is determined. The stages of design thinking correlate with the stages of the project life cycle. Examples of the use of digital tools and services at various stages are given. In conclusion, a conclusion is made about the prospects of applying design thinking to work on digital educational projects.*

Keywords: *design thinking, digital educational project, project activity, creative thinking, digital transformation, digital economy, digital competencies*

For citation: *Rebko O. V., Kazantseva O.G., Matrosova N.V. Design thinking for the development of digital educational projects// New information technologies in education and science. 2024; 13: 64-74 <https://doi.org/10.17853/2587-6910-2024-13-64-74>*

简评：文章探讨了在数字教育项目设计和开发中应用设计思考方法的方法。给出了设计思考的定义及其阶段结构，确定了数字教育项目的本质。设计思考的阶段对应于项目生命周期的阶段。文章提供了在各个阶段使用数字工具和服务的示例。结论得出了使用设计思维进行数字教育项目的前景的结论。

主题词：设计思考，数字教育项目，项目工作，创意性，数字转型，数字经济，数字专长。

Введение

Одной из важнейших составляющих периода цифровой трансформации является формирование новой технологической основы современной экономики и социальной сферы [1]. Эти тенденции приводят и к значимым изменениям в учебном процессе на всех уровнях образования.

В современном образовательном подходе важной задачей является решение проблемы воспитания и развития творческого потенциала человека, его критического мышления и эмоциональной интеграции в учебном процессе [2].

В пользу высокой значимости развития креативного мышления для граждан цифрового общества говорит и тот факт, что оно является одной из базовых компетенций цифровой экономики [3], разработанной в рамках Федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» [4].

Данный документ декларирует необходимость развития для современного человека способности генерировать новые идеи и подходы для решения возникающих задач цифровой экономики, а также умения применять нестандартные методы и подходы к решению проблем [5]. В то же время в Концепции развития креативных (творческих) индустрий и механизмов государственной поддержки до

2030 года [6] отражена важность креативного мышления как ключевого фактора для развития инновационной экономики. В соответствии с данным документом, одним из приоритетов государственной политики является совершенствование системы образования и развития компетенций в сфере творческих (креативных) индустрий.

Необходимо отметить, что в данных условиях проектная деятельность является важнейшим инструментом как разработки новых продуктов и решений, так и формирования и развития творческих способностей, креативности мышления, аналитических способностей, лидерских качеств, а также навыков совместной деятельности и самообразования обучающихся.

Однако происходящие на современном этапе цифровой трансформации процессы оказывают значительное влияние на ведение проектной деятельности: происходит смена объекта управления, когда — и сами проекты, и среда управления ими переходят в цифровое пространство.

Под цифровым образовательным проектом (ЦОП) мы будем понимать уникальное, временное, мультидисциплинарное и организованное мероприятие, направленное на получение согласованного конечного результата в рамках творческой и учебно-познавательной деятельности обучающихся в цифровой среде с использованием современных цифровых технологий и инструментов, аналитики данных, искусственного интеллекта и других ресурсов.

Основным отличием данных проектов является их ориентированность на применение разнообразных сквозных цифровых технологий для достижения поставленных целей и задач и адаптации к постоянно изменяющимся рынкам цифровой экономики. Существенные отличия претерпевает и процесс управления проектами такого типа: он также предполагает постоянную адаптацию и обновление в зависимости от быстрого развития цифровых технологий. Ключевым фактором в управлении цифровыми проектами является использование цифровых инструментов, что позволяет повысить эффективность работы проектных команд: постановка задач и сроков выполнения, назначение ответственных лиц за тот или иной блок работ, реализация совместной деятельности, анализ данных и др. осуществляются в цифровой среде.

В этом контексте дизайн-мышление может стать ключевым инструментом при создании цифровых образовательных проектов. Под дизайн-мышлением понимается инновационный подход к решению проблем, который ориентирован на потребности пользователей и включает творческую генерацию идей, создание прототипов и тестирование решений.

Материалы и методы

Данное исследование опирается на работы отечественных и зарубежных ученых в области дизайн-мышления, цифровой трансформации и управления распределенными командами. Источниковую базу исследования составили нормативные документы, отражающие значимость развития креативного и критического мышления, проектных навыков в условиях цифровой экономики. Эмпирическую

базу исследования составили различные интеллектуальные инструменты и сервисы, функционал которых соответствует конкретным этапам работы над проектом по методике дизайн-мышления.

Результаты и обсуждения

Дизайн-мышление — это творческий процесс, который помогает в поиске и создании оригинальных решений определенных задач, а также в критическом размышлении над проблемой, и в определении предположений и последствий [7].

Дизайн-мышление состоит из определенной последовательности действий, которые включают эмпатию и фокусировку, генерацию и отбор идей, прототипирование и тестирование и не исключают процесс итерации. В результате получается продукт, соответствующий запросам конкретной задачи и ориентированный на конечного пользователя [8].

Основное место в дизайн-мышлении занимают интересы человека. Одним из главных принципов этого подхода является *thinking outside the box* («мышление вне коробки») [8]. Дизайн-мышление предполагает переход от традиционных методов решения задач к более современным. Данный подход способствует адаптации преподавателей к требованиям современных студентов. Дизайн-мышление имеет гибкую структуру, которая позволяет улучшать результаты работы.

Выделяют следующие этапы дизайн-мышления [8; 10]:

- эмпатия. На данном этапе происходит изучение потребностей пользователей, наблюдение за их поведением;
- фокусировка. Исходя из данных, собранных на предыдущем этапе, формулируется проблема, которую требуется решить. После проведения двух этих этапов должна сформироваться общая картина;
- поиск идей. На данном этапе проводится генерация идей для решения обозначенной проблемы;
- прототипирование. Этап служит для реализации одной или нескольких идей, выбора наилучшего решения;
- тестирование. На последнем этапе проверяется полученный результат, вносятся необходимые изменения.

Технология дизайн-мышления обеспечивает оптимальную эффективность и продуктивность в процессе разработки новых идей и поиска уникальных решений. Методы дизайн-мышления могут способствовать созданию инновационных и эффективных ЦОП, которые удовлетворяют различным потребностям педагога и обучающихся. Такой подход развивает креативность, критическое мышление, коммуникативные навыки и повышает вовлеченность в образовательный процесс.

Дизайн-мышление позволяет пересмотреть процесс работы с информацией. В контексте рассматриваемого подхода ценность имеет та информация, которая получена, проанализирована и обработана на основе потребностей, определяемых на начальном этапе процесса дизайн-мышления [10].

Соотнесем стадии работы над проектами и этапы дизайн-мышления, а также цифровые инструменты, которые могут при этом использоваться (табл. 1) [11].

Таблица 1

Цифровые инструменты и сервисы при разработке цифровых образовательных проектов
на основе метода дизайн-мышления

Стадия работы над проектом	Этап дизайн-мышления	Цифровые инструменты
Подготовительная	Эмпатия: глубокое изучение предметной области цифрового проекта, ожиданий и потребностей целевой аудитории, наличия существующих решений, их достоинств и недостатков, возможностей для улучшения существующего опыта, обзор существующего цифрового инструментария. Фокусировка: ознакомление с результатами всех проведенных поисковых работ с целью выявления лучших практик для целевой аудитории, формулировка цели цифрового проекта, постановка задач.	Поисковые системы: (Google, Yandex), социальные сети (ВКонтакте). Сервисы совместной и проектной работы: Trello, Jira, Asana, WorkSection, Яндекс Трекер, карты знаний (Bubbl.us, Mindmeister, Mindomo). Сервисы для создания опросов: Getloyalty, Яндекс.Формы, Google.Forms, Testograf и др. Сервисы хранения и обмена информацией: Google Диск, Яндекс Диск, мессенджеры (WhatsApp, Telegram, Viber) и др.
Поисковая		
Аналитическая	Генерация идей: генерация проектной командой идей для решения поставленных задач цифрового проекта, анализ возможностей цифрового инструментария для поставленных целей и задач Выбор идей: выбор идей, отвечающих поставленным целям и задачам, выбор цифрового инструментария для реализации проекта и управления им.	Поисковые системы: (Google, Yandex), социальные сети (ВКонтакте). Сервисы совместной и проектной работы: Trello, Jira, Asana, WorkSection, Яндекс Трекер, карты знаний (Bubbl.us, Mindmeister, Mindomo). Сервисы хранения и обмена информацией: Google Диск, Яндекс Диск, мессенджеры (WhatsApp, Telegram, Viber) и др. Сервисы организации видеоконференций: Zoom, TrueKonf, SberJazz, Яндекс.Телемост, VooV, Webinar. Сервисы визуализации данных: онлайн-доски (FigmaJam, Miro, Padlet и др.) Нейросети: ChatGPT, Perplexity, GigaChat, BotHub и др.
Практическая	Прототипирование: Реализация выбранных идей для поставленных целей и задач	Выбранный инструментарий в зависимости от продукта. Например, Figma, ProtoPie, Axure и др. - для создания юзер-флоу, варфреймов и интерактивных прототипов при разработке мобильных приложений или сайтов; ChatGPT+Midjourney для разработки оригинального дизайна и пользовательского интерфейса, и т.п.
Презентационная	Прототипирование: Презентация готового продукта. Тестирование: Сбор критических замечаний, получение обратной связи.	Сервисы создания презентационных материалов: Prezi, Google Slides, Pictochart, Powton и др. Сервисы для создания видеороликов о продукте (анимация изображений): LeiaPix AI, Pictory, Deepbrain, Movie Editor Сервисы демонстрации и получения

		обратной связи: Behance, Workspace, Yagla, Spark и др.
Контрольная	Тестирование: тестирование проекта, выявление ошибок, корректировка продукта.	Сервисы для создания отчётности и аналитики (Moodle, электронные таблицы, Datawrapper, Raw Graphs, ChartBlocks, Pictochart, Infogram, FastChart, Google Формы, Google Таблицы и др.)
Внедрения	Тестирование: получение обратной связи от целевой аудитории	Социальные сети (ВКонтакте), сервисы демонстрации и получения обратной связи.

Рассмотрим применение некоторых из вышеперечисленных цифровых инструментов в контексте различных этапов дизайн-мышления и проектных стадий на примере цифрового образовательного проекта по созданию мобильного приложения «Экологический ликбез», работа над которым в текущем учебном году ведется студентами первого курса программы магистратуры «Проектирование цифровой образовательной экосистемы» направления подготовки 02.04.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» ФГБОУ ВО «МарГУ».

На этапе эмпатии при поддержке инструмента BotHub (<https://bothub.chat> – на основе ChatGPT 4) были выявлены проблемы, «боли» и потребности целевой аудитории проекта — людей, которые хотят вести экологичный образ жизни, но не имеют достаточной информации об этом понятии. Ниже приведем ответ нейросети:

1. Сложность в доступе к информации: молодые люди могут испытывать затруднения в поиске достоверной и полезной информации об экологически дружественных решениях и продуктах. Приложение должно быть надежным и легкодоступным и предоставлять актуальные данные.

2. Недостаток времени и уверенности: молодые люди часто могут чувствовать нехватку времени для изучения экологических вопросов и принятия осознанных решений. Приложение должно предоставлять быструю и простую информацию, чтобы уменьшить барьеры к внедрению экологичных привычек.

3. Необходимость в мотивации и поддержке: молодые люди могут нуждаться в постоянной мотивации и поддержке, чтобы продолжать следовать экологичным принципам. Приложение может предложить персонализированные рекомендации, достижения и подсказки для поддержания мотивации.

4. Сомнения в эффективности экологичных решений: молодые люди могут сомневаться в том, насколько их усилия по ведению экологичного образа жизни действительно важны и эффективны. Приложение должно демонстрировать практическую пользу экологических действий и их влияние на окружающую среду.

5. Потребность в социальном взаимодействии и обмене опытом: молодые люди могут искать сообщество единомышленников, с кем можно обсудить экологические вопросы, делиться опытом и вдохновлять друг друга. Приложение может

предоставлять возможность для общения, обмена идеями и участия в совместных инициативах.

Далее для поиска и обзора уже существующих мобильных приложения аналогичных «Экологическому ликбезу» был применен простой поиск через поисковую систему Яндекс (ya.ru) (рис. 1).

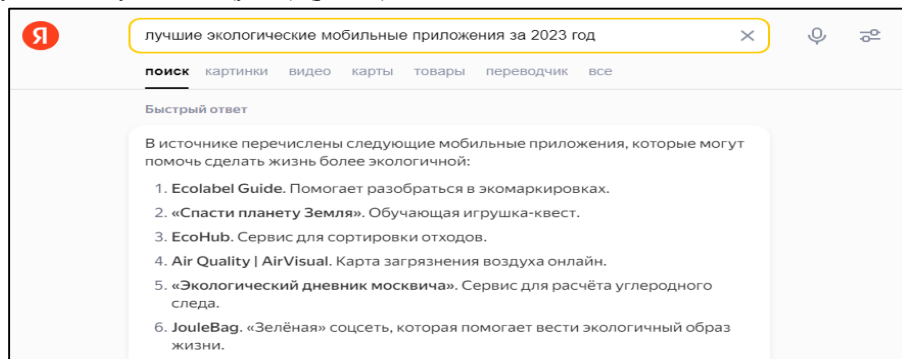


Рис. 1. Ответ поисковой системы Яндекс на запрос о лучших мобильных приложениях на тему экологического просвещения

Этапы генерации, выбора идей и создания прототипов проходили при использовании онлайн-доски FigJam (<http://figma.com>) со встроенным интеллектуальным модулем (рис. 2).

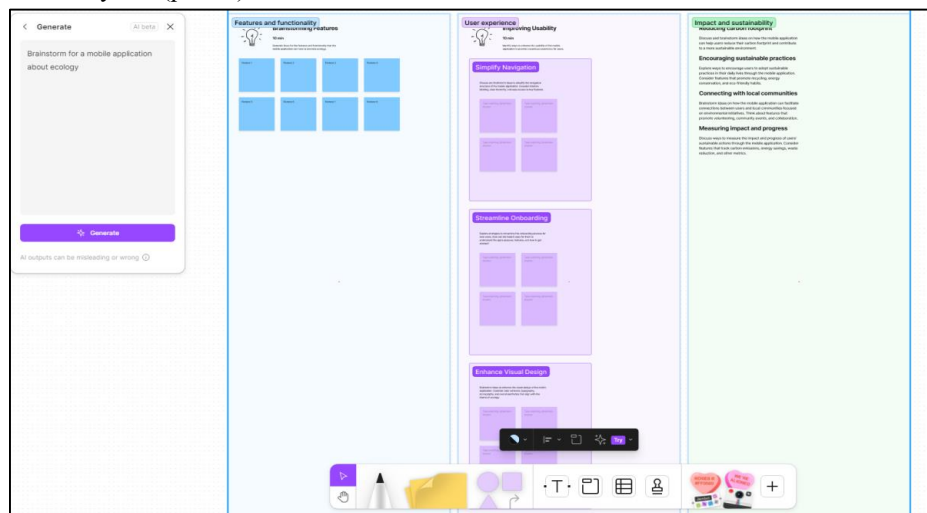


Рис. 2. Заполнение шаблона для генерации идей на онлайн-доске FigJam

Перед тем как приступить непосредственно к созданию прототипа мобильного приложения при помощи того же инструмента была построена карта пути пользователя (рис. 3).

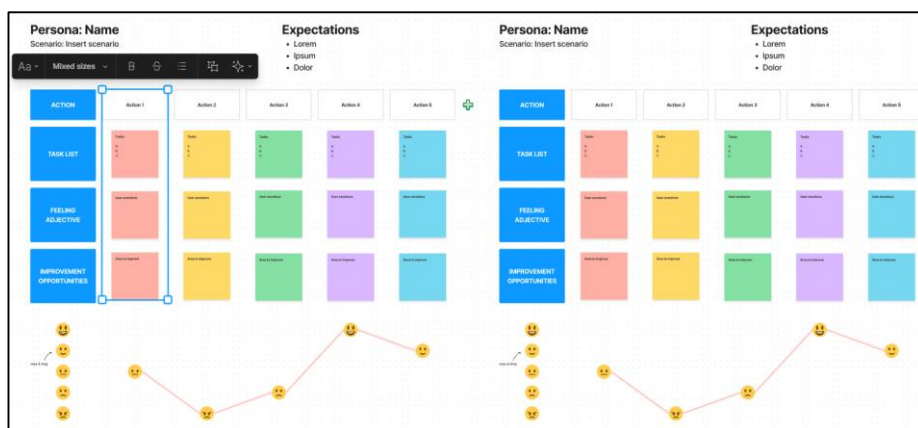


Рис. 3. Заполнение карты пути пользователя на онлайн-доске FigJam

Сам процесс создания прототипа проходил с использованием инструментов прототипирования Figma, Photoshop и RemoveBG (рис. 4).

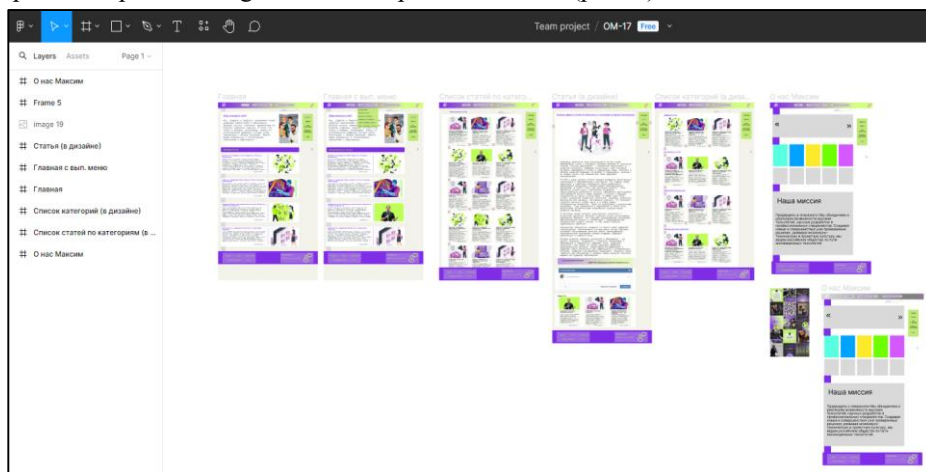


Рис. 4. Прототипирование приложения: разработка экранов

В дальнейшем эти экраны будут собраны в анимированный прототип и предложены пользователям для так называемого «коридорного» тестирования. Далее готовое приложение планируется опубликовать в виде кейса на Behance.

Заключение

Таким образом, очевидно, что принципы, приемы и методы дизайн-мышления достаточно органично вписываются во все стадии проектной работы. Многообразие современных цифровых инструментов и сервисов обеспечивает эффективную реализацию методологии дизайн-мышления в цифровой среде, что особенно ярко проявляется при работе с распределенными проектными командами.

Такая поддержка дизайн-мышления со стороны цифровой среды открывает большие перспективы применения данного метода для создания образовательных проектов. Среди них можно назвать такие, как:

- развитие креативного и критического мышления в ходе работы над проектом;
- геймификация процесса обучения;
- инклюзивный характер и адаптация создаваемых проектов под потребности различных групп целевой аудитории;
- развитие навыков деловой коммуникации и коллаборации в цифровой среде;
- применение инновационных подходов к созданию цифровых образовательных проектов.

Вывод: применение дизайн-мышления для создания цифровых образовательных проектов способствует развитию творческих навыков, критического мышления и навыков сотрудничества в цифровой среде.

Список литературы:

1. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919> (дата обращения: 16.02.2024).
2. Токтарова В. И., Семенова Д. А., Шпак А. Е. Цифровая педагогика: инструменты и сервисы в работе преподавателя. Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022. 279 с. DOI: <https://doi.org/10.23682/126623>.
3. Кондаков А. М. Разработка базовой модели компетенций цифровой экономики. URL: <https://profstandart.rosmintrud.ru/upload/medialibrary/908/O%20разработке%20базовой%20модели.pdf> (дата обращения: 16.02.2024).
4. Паспорт федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» (утвержден президиумом Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности, протокол от 28.05.2019 № 9). URL: <https://sudact.ru/law/pasport-federalnogo-proekta-kadry-dlia-tsifrovoi-ekonomiki/> (дата обращения: 16.02.2024).
5. Приказ Минэкономразвития России от 24.01.2020 № 41 «Об утверждении методик расчета показателей федерального проекта "Кадры для цифровой экономики" национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_344498/ (дата обращения: 16.02.2024).
6. Распоряжение Правительства РФ от 20.09.2021 № 2613-р (ред. от 26.01.2024) «Об утверждении Концепции развития креативных (творческих) индустрий и механизмов осуществления их государственной поддержки до 2030 года». URL: <https://sudact.ru/law/rasporiazhenie-pravitelstva-rf-ot-20092021-n-2613-r/> (дата обращения: 13.02.2024).
7. Морковина Д. Н. Основы дизайн-мышления в современном образовании // Сборник материалов по итогам проведения конференции молодых ученых в рамках Международного молодежного Форума-слета студенческих научных обществ, Белгород, 21–22 октября 2022 г. Белгород: Эпицентр, 2022. С. 24–27.

8. Богомолова И. С. Дизайн-мышление: от названия к сути метода // *Architecture and Modern Information Technologies*. 2023. № 4 (65). С. 92–102. DOI: 10.24412/1998-4839-2023-4-92-102.

9. Миронова М. А. Дизайн-мышление в университетском образовании. URL: http://веб.тгутмб.рф/наука/internet-konferencii/2020/25112020_zhurnalistika/1/Mironova.pdf (дата обращения: 14.02.2024)

10. Бужинская Н. В., Васева Е.С. Реализация этапов дизайн-мышления в образовательном процессе высшей школы // *Вестник Сургутского государственного педагогического университета*. 2021. № 1 (70). С. 84–91. DOI 10.26105/SSPU.2021.1.70.009.

11. Токтарова В. И., Семенова Д. А., Шпак А. Е. Цифровая педагогика: инструменты и сервисы в работе преподавателя. Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022. 279 с.

Bibliography

1. Decree of the President of the Russian Federation dated May 9, 2017 No. 203 “On the Strategy for the Development of the Information Society in the Russian Federation for 2017–2030.” URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919> (access date: 02/16/2024)

2. Toktarova V. I., Semenova D. A., Shpak A. E. Digital pedagogy: tools and services in the work of a teacher. Moscow: IP Ar Media; 2022. 279 p. DOI: <https://doi.org/10.23682/126623>

3. Kondakov A.M. Development of a basic model of digital economy competencies. URL: <https://profstandart.rosmintrud.ru/upload/medialibrary/908/About%20development%20of%20basic%20model.pdf> (access date: 02.16.2024)

4. Passport of the federal project «Personnel for the Digital Economy» (approved by the Presidium of the Government Commission on Digital Development, the Use of Information Technologies to Improve the Quality of Life and Business Conditions, Protocol No. 9 dated May 28, 2019). URL: <https://sudact.ru/law/pasport-federalnogo-proekta-kadry-dlia-tsifrovoy-ekonomiki/> (access date: 02.16.2024)

5. Order of the Ministry of Economic Development of Russia dated January 24, 2020 N 41 “On approval of methods for calculating indicators of the federal project “Personnel for the Digital Economy” of the national program “Digital Economy of the Russian Federation”. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_344498/ (date access: 02.16.2024)

6. Order of the Government of the Russian Federation dated September 20, 2021 N 2613-р (as amended on January 26, 2024) “On approval of the Concept for the development of creative industries and mechanisms for the implementation of their state support until 2030.” URL: <https://sudact.ru/law/rasporiazhenie-pravitelstva-rf-ot-20092021-n-2613-r/> (access date: 02.13.2024)

7. Morkovina D. N. Fundamentals of design thinking in modern education. In: *Collection of materials based on the results of the conference of young scientists within*

the framework of the International Youth Forum-gathering of student scientific societies; 2022 Oct 21–22; Belgorod. Belgorod: Epicenter; 2022. p. 24–27

8. Bogomolova I.S. Design thinking: from name to essence of the method. *Architecture and Modern Information Technologies*. 2023; 4 (65): 92–102. DOI: 10.24412/1998-4839-2023-4-92-102

9. Mironova M.A. Design thinking in university education. URL: http://web.tgutmb.rf/nauka/internet-konferencii/2020/25112020_zhurnalistsika/1/Mironova.pdf?ysclid=lst16p8rb2830557172 (access date: 02/14/2024)

10. Buzhinskaya N. V., Vaseva E. S. Implementation of the stages of design thinking in the educational process of higher education // *Bulletin of the Surgut State Pedagogical University*. 2021; 1 (70): 84–91. DOI 10.26105/SSPU.2021.1.70.009

11. Toktarova V. I., Semenova D. A., Shpak A. E. Digital pedagogy: tools and services in the work of a teacher. Moscow: IP Ar Media, 2022. 279 p.

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СФЕРЕ КУЛЬТУРЫ И ГУМАНИТАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Научная статья

УДК 930.2:004.8.032.26

DOI: 10.17853/2587-6910-2024-13-75-92

БОЛЬШИЕ ЯЗЫКОВЫЕ МОДЕЛИ КАК ИНСТРУМЕНТ ИСТОРИКА

Алексей Валерьевич Кузнецов

кандидат исторических наук, научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт всеобщей истории Российской академии наук; ORCID 0000-0003-4755-250X, Москва, Российская Федерация.

historyras@gmail.com

***Аннотация.** В последние годы наблюдается стремительное развитие технологий искусственного интеллекта, в частности больших языковых моделей. Их потенциал для анализа исторических текстов и решения сложных задач в области исторических исследований требует тщательного изучения. Традиционные методы работы с историческими источниками часто трудоемки и ограничены человеческими возможностями, что создает потребность в новых инструментах. Статья направлена на всесторонний анализ современного опыта применения больших языковых моделей в исторических исследованиях, оценку их перспектив и потенциальных преимуществ, а также выявление возможных ограничений и проблем. Особое внимание уделяется поиску оптимального сочетания возможностей искусственного интеллекта с традиционными методами исторического анализа.*

В работе использован метод критического анализа научной литературы, посвященной применению больших языковых моделей в исторических исследованиях. Проведено обобщение и систематизация опыта использования этих технологий для решения различных задач исторической науки. Применен сравнительный анализ эффективности традиционных методов и подходов, основанных на использовании языковых моделей.

Выявлены основные направления применения больших языковых моделей в исторических исследованиях, включая атрибуцию текстов, восстановление утраченных фрагментов, анализ семантических изменений и реконструкцию праязыков. Продемонстрирована их эффективность в решении сложных задач и перспективы для выявления латентных характеристик исторических текстов.

Впервые проведен комплексный анализ потенциала больших языковых моделей для исторических исследований. Предложен подход к интеграции этих технологий с традиционными методами.

Результаты исследования применимы для разработки новых методов анализа исторических текстов и совершенствования образовательных программ по цифровой гуманитаристике.

Ключевые слова: *большие языковые модели, исторические исследования, обработка текста, атрибуция, датировка, реконструкция*

Для цитирования: Кузнецов А. В. Большие языковые модели как инструмент историка // Новые информационные технологии в образовании и науке. 2024. № 13 С. 75–91. <https://doi.org/10.17853/2587-6910-2024-13-75-92>

LARGE LANGUAGE MODELS AS A HISTORIAN'S TOOL

Aleksey Valer'evich Kuznetsov

Candidate of Historical Sciences, Research Fellow, Institute of World History, Russian Academy of Sciences; ORCID 0000-0003-4755-250X, Moscow, Russian Federation.
historyras@gmail.com

Abstract. *Recent years have witnessed rapid development in artificial intelligence technologies, particularly large language models. Their potential for analyzing historical texts and solving complex problems in historical research requires thorough investigation. Traditional methods of working with historical sources are often labor-intensive and limited by human capabilities, creating a need for new analytical tools.*

The article aims to conduct a comprehensive analysis of the current experience of using large language models in historical research, assess their prospects and potential advantages, and identify possible limitations and challenges. Special attention is given to finding an optimal combination of artificial intelligence capabilities with traditional methods of historical analysis.

The study employs a critical analysis of scientific literature on the application of large language models in historical research. The experience of using these technologies to solve various problems in historical science is summarized and systematized. A comparative analysis of the effectiveness of traditional methods and approaches based on language models is applied.

The main areas of application of large language models in historical research are identified, including text attribution, restoration of lost fragments, analysis of semantic changes, and reconstruction of proto-languages. Their effectiveness in solving complex tasks and prospects for revealing latent characteristics of historical texts are demonstrated.

For the first time, a comprehensive analysis of the potential of large language models for historical research is conducted. An approach to integrating these technologies with traditional methods is proposed.

The research results can be applied to develop new methods for analyzing historical texts and improve educational programs in digital humanities.

Keywords: large language models, historical research, text processing, attribution, dating, reconstruction

For citation: Kuznetsov A. V. *Large Language Models as a Historian's Tool* // *New information technologies in education and science*. 2024; 13: 75-91. <https://doi.org/10.17853/2587-6910-2024-13-75-92>

简评：文章探讨了历史研究中使用大语言模型的经验 and 前景。分析了使用这些模型进行古代文本归属、修复受损手稿、研究词义演变和语言重建的经验。文章指出了使用模型提取文本潜在特征的趋势。

主题词：大语言模型；历史的研究；电文处理；归因；测定年代；构拟。

Введение (Introduction)

Использование компьютерных технологий в исторических исследованиях имеет давнюю историю. Уже в 1960–1970-е годы историки начали применять компьютеры для решения отдельных исследовательских задач, таких как количественный анализ данных, моделирование исторических процессов и создание баз данных. Однако внедрение цифровых методов в историческую науку шло довольно медленно. Ограниченные технические возможности того времени не позволяли полностью раскрыть потенциал компьютерных технологий в гуманитарных науках.

С течением времени и развитием технологий, в частности с появлением более мощных вычислительных возможностей и более сложных алгоритмов, ситуация начала меняться. В последние десятилетия, благодаря бурному развитию методов искусственного интеллекта и машинного обучения, произошел значительный прорыв в использовании компьютерных технологий историками [1]. С 2010-х годов в исторических исследованиях стало активно внедряться применение нейронных сетей, методов распознавания образов и обработки естественного языка. Современные технологии позволили автоматизировать многие рутинные операции при работе с текстовыми данными. Например, распознавание почерков и печатных шрифтов, перевод текстов с древних языков, а также извлечение фактов и имен из документов стали значительно более эффективными. Это дало возможность историкам сосредоточиться на более сложных аналитических задачах, предоставив компьютерам выполнение рутинной работы.

Новым и перспективным направлением использования компьютерных технологий в исторических исследованиях в последние годы стало применение больших языковых моделей [2]. Большие языковые модели представляют собой нейронные сети с миллионами и даже миллиардами обучаемых параметров, часто основанные на архитектуре трансформеров. Эти модели обучаются на огромных массивах неразмеченных текстовых данных с использованием обучения без учителя и демонстрируют выдающиеся способности к анализу и генерации текстов на естественном языке. В отличие от предыдущих подходов в области компьютерной лингвистики, большие языковые модели обладают гораздо более глубоким пониманием семантики и контекста. Это открывает широкие перспективы их использования для решения многих актуальных задач в исторических исследованиях [3].

Несмотря на первые обнадеживающие результаты применения больших языковых моделей для обработки и анализа исторических текстов, данная область все еще находится на начальной стадии развития. Необходимы систематические исследования, направленные на оценку применимости существующих языковых моделей к решению конкретных задач историков. В условиях постоянно растущего объема оцифрованных исторических документов и текстовых данных цифровые методы их анализа становятся все более востребованными. Это подчеркивает актуальность данного исследования.

В данной статье предполагается, во-первых, провести анализ современного опыта применения больших языковых моделей в исторических исследованиях, выделив ключевые направления и примеры такого использования. Во-вторых, оценить перспективы и потенциальные преимущества внедрения этих моделей для решения задач историков и филологов. В-третьих, обозначить возможные ограничения существующих моделей применительно к сложным интеллектуальным задачам в области изучения прошлого и наметить пути их преодоления. Наконец, внимание будет уделено вопросу оптимального сочетания традиционных методов исторического анализа с возможностями больших языковых моделей, что может привести к качественному скачку в понимании исторических процессов и культур. Таким образом, целью данной работы является не только обзор текущего состояния дел в данной области, но и предложение направлений для будущих исследований, которые могут способствовать более глубокому пониманию исторических данных с использованием современных технологий.

Обзор литературы (Literature review)

На момент написания данной статьи нам известна лишь одна работа, всесторонне анализирующая опыт применения методов машинного обучения и в том числе больших языковых моделей к изучению древних языков с точки зрения лингвистики и филологии. Это статья Т. Sommerschild с соавторами [4], где рассмотрен широкий спектр задач, решаемых при помощи больших языковых моделей. Особое внимание в работе уделяется междисциплинарному характеру данной области исследований, подчеркивая важность сотрудничества между специалистами в области гуманитарных наук и машинного обучения. Авторы отмечают, что такой симбиоз позволяет не только решать традиционные задачи на новом уровне, но и

ставить принципиально новые исследовательские вопросы. В статье предложена таксономия задач машинного обучения, вдохновленная этапами изучения древних документов, что позволяет структурировать существующие исследования и наметить перспективные направления для будущих работ. Авторы выделяют такие направления использования машинного обучения в лингвистике и филологии: 1) оцифровка, 2) восстановление утраченных фрагментов, 3) атрибуция, 4) лингвистический анализ, 5) текстологический анализ, 6) машинный перевод. Статья, однако, не затрагивает применение больших языковых моделей за пределами задач лингвистики и филологии. В нашей статье мы предлагаем рассмотреть примеры использования больших языковых моделей в конкретных исторических исследованиях. Мы уделим внимание тем аспектам, которые наиболее перспективны именно для исторической науки, для решения задач, связанных с исторической аналитикой и исследованием исторических текстов.

Методология, материалы и методы (Methodology, materials and methods)

В данном исследовании был использован метод критического анализа научной литературы, посвященной применению больших языковых моделей в исторических исследованиях. Это позволило изучить и оценить существующий опыт в данной области, что обеспечило всесторонний подход к пониманию текущих тенденций и перспектив. В ходе работы проведено обобщение и систематизация конкретных примеров использования этих технологий для решения разнообразных задач, стоящих перед исторической наукой. Дополнительно был проведен сравнительный анализ эффективности традиционных методов и современных подходов, основанных на использовании языковых моделей. Этот аспект исследования позволил определить, в каких случаях и для каких задач языковые модели могут быть более эффективны, чем традиционные методы с точки зрения точности, скорости выполнения задач и возможности масштабирования процессов обработки исторических данных.

Результаты исследования (Results)

Ранее мы уже обращались к вопросу создания специализированных больших языковых моделей на основе архитектуры трансформеров для исторических языков и сделали предположение, что использование таких моделей в исторических исследованиях будет стремительно развиваться [5]. Наше предположение подтвердилось. За прошедшие два года большие языковые модели вместе с популярными чат-ботами (прежде всего, ChatGPT) и приложениями на их основе стали частью повседневной жизни миллионов людей. Согласно отчету международной консалтинговой компании McKinsey & Company генеративный искусственный интеллект на основе больших языковых моделей будет приносить в мировую экономику дополнительно до 4,4 триллиона долларов в год [6]. При этом около 75% дохода сгенерируют четыре области, в числе которых значатся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы. Ученые разных направлений знания уже вовлечены в изучение прикладных возможностей больших языковых моделей.

Можно выделить несколько направлений применения больших языковых моделей в исторических исследованиях.

Одно из важнейших направлений применения больших языковых моделей — атрибуция текстов, то есть определение авторства, места и времени создания. На протяжении столетий атрибуция текстов осуществлялась преимущественно на основе экспертного филологического и исторического анализа. Исследователи выявляли различные лингвистические, стилистические, содержательные особенности текста, которые могли указывать на его происхождение. Однако этот подход сопряжен со значительными сложностями. Ручная атрибуция текстов чрезвычайно трудоемка и отнимает у исследователей много времени. Часто на изучение одного текста уходят месяцы кропотливой работы. Экспертные оценки зачастую оказываются довольно субъективными. Нередки ситуации, когда мнения ученых значительно расходятся в датировке одного и того же текста. Наконец, традиционные методы атрибуции плохо масштабируются на большие объемы текстов.

В связи с этим возник интерес к использованию больших языковых моделей для атрибуции текстов. Эти модели способны проанализировать лингвистические особенности текстов и выявить различные текстологические признаки гораздо быстрее человека. Благодаря публикации статьи Assael Y. с соавторами [3] в журнале *Nature* широкую известность получила модель *Ithaca* на основе архитектуры трансформеров. Она правильно определила авторство, место и приблизительное время создания примерно 74% проанализированных древнегреческих надписей. Это оказалось даже немного выше, чем точность атрибуции экспертами (68%).

В исследовании Yamshchikov I. с соавторами [7] предпринимается попытка атрибуции авторства античных текстов, приписываемых Плутарху. В исследовании рассматриваются три спорных произведения: «*De Fluviis*», «*De Musica*» и «*Placita Philosophorum*». Авторы применили подход трансферного обучения, чтобы адаптировать модель BERT для анализа древнегреческих текстов, и получили статистические данные, которые помогли установить региональные и временные особенности этих текстов. Основные выводы исследования показывают, что исследуемые тексты имеют различия в авторских и региональных атрибуциях, подтверждающие теорию о том, что они не были написаны Плутархом. Все три текста имеют компилятивный характер, что затрудняет точное определение автора. Было предположено, что текст «*Placita Philosophorum*» возможно, был создан в Александрии во II века н. э., тексты «*De Fluviis*» и «*De Musica*» демонстрируют большую схожесть с текстами из Дельфы.

Аналогичный подход с использованием языковой модели был реализован для анализа средневековых корейских исторических хроник в статье Yoo H. с соавторами [8]. Они рассматривают проблему изучения исторических документов, написанных при помощи ханча — варианта записи корейских слов китайскими иероглифами, широко использовавшемся в Корее до XX века. Авторы обучили модели на базе BERT, на двух крупных корпусах: *Анналы династии Чосон* и *Дневники королевских секретариатов*. Также в рамках проекта был разработан набор данных *Hanja Understanding Evaluation (HUE)* для анализа качества языковых моделей, который включает задачи хронологической атрибуции, классификации тем, распознавания именованных сущностей и написание резюме. Основные выводы

исследования показывают, что специализированные модели для ханча значительно превосходят существующие модели, обученные на древнекитайских текстах, и демонстрируют высокую эффективность в анализе исторических документов. С их помощью удалось с высокой точностью определить наиболее вероятное время создания летописей и их авторов по сравнению с мнением экспертов.

Примеры успешного применения больших языковых моделей для автоматической атрибуции исторических текстов становятся все многочисленнее. Этот подход действительно позволяет значительно сэкономить время исследователей и в ряде случаев оказывается даже более точным, чем традиционный экспертный анализ.

Другой серьезной проблемой, с которыми сталкиваются историки и филологи при работе с письменными источниками прошлого, является их фрагментарность и поврежденность. Значительная часть древних рукописей и надписей дошла до нас не полностью, а лишь во фрагментированном виде. Причины этого различны, начиная от небрежного обращения переписчиков и коллекционеров в прошлом и заканчивая объективным разрушением материальных носителей письма с течением времени. Нередки и ошибки переписчиков, искажения и опечатки, которые могут существенно затруднить понимание поврежденного текста и вводят в заблуждение относительно его смысла.

Ученым приходится прилагать колоссальные интеллектуальные усилия для восстановления утраченных фрагментов древних текстов и исправления ошибок в них. Это кропотливый труд, требующий глубоких палеографических, лингвистических, текстологических познаний. Зачастую предлагаемые варианты реконструкции текста носят в значительной степени гипотетический характер и могут быть оспорены.

Ряд недавних исследований продемонстрировал потенциал использования языковых моделей для восстановления утраченных фрагментов исторических текстов. Их способность к анализу контекста и генерации наиболее вероятного продолжения текста на естественном языке может быть успешно применена для предсказания отсутствующих частей рукописи. Так согласно данным в статье Vamman D. и Burns P. J. [9], модель Latin BERT, предварительно обученная на массиве латинских текстов, смогла правильно предсказать около трети слов, которые были исправлены экспертами-филологами в поврежденных отрывках латинских рукописей.

Еще более впечатляющие результаты продемонстрировала уже упомянутая выше модель Ithaca, предназначенная для обработки текстов на древнегреческом языке [3]. Ей удалось корректно восстановить порядка 72% текста в поврежденных фрагментах древнегреческих надписей и рукописей. Это значительно превзошло точность реконструкций, предложенных экспертами.

Похожий подход с использованием языковых моделей оказался достаточно эффективным также для заполнения лакун и исправления опечаток в клинописных текстах на аккадском языке, предпринятый в статье Lazar K. с соавторами [10].

Большие языковые модели начинают вносить всё больший вклад и в такую отрасль исторической науки как историческая семантика — дисциплина занимающаяся изучением изменения значений слов с течением времени. Исследование эволюции значений слов и понятий имеет давнюю традицию. Долгое время оно основывалось на кропотливой работе по выявлению и анализу контекстов употребления слов в разные исторические эпохи [11]. Оцифровка огромных массивов текстов облегчила доступ исследователей к эмпирическим данным, однако вручную обработать их по-прежнему было непросто. Прорыв произошел с развитием методов машинного обучения и появлением моделей векторных представлений слов — эмбедингов слов. Эти модели позволяют представить лексические единицы в виде векторов в многомерном семантическом пространстве, проанализировав огромные массивы текстов. Подход на основе сравнения векторов слов в моделях, созданных на основе диахронических текстовых корпусов, оказался успешным и продолжает доминировать в исторической семантике и компьютерной лингвистике [12].

В последнее время был предпринят ряд попыток проанализировать семантические изменения значений слов на основе больших языковых моделей. Так в статье Qiu W. и Xu Y. [13] авторы исследуют применимость языковой модели BERT для анализа исторических изменений слов. BERT и подобные модели обычно обучаются на современных текстах, хорошо «понимают» современный язык, но плохо справляются с более старыми текстами. Авторы решили проверить, сможет ли дополнительное обучение на исторических текстах улучшить качество BERT в задачах диахронической семантики — конкретно, для выявления изменений значений английских слов на протяжении XIX–XX веков. Для этого они дополнительно дообучили BERT на данных корпуса COHA (Corpus of Historical American English), сбалансированно представляющего американский английский с 1820 по 2010 годы. Полученная модель была названа HistBERT. Авторы оценили её эффективность по сравнению с исходной моделью на вычислении семантического сходства слов, коррелирующего с человеческими суждениями. Результаты показали, что для 13 слов из 16 в тестовой выборке HistBERT действительно продемонстрировал более высокую корреляцию значений семантического сходства со значениями, предложенными экспертами, чем оригинальная модель BERT. В целом, эксперимент подтвердил гипотезу авторов о том, что качество контекстных эмбедингов BERT для диахронического анализа сильно зависит от текстов, используемых для дообучения модели. Модели, обученные на сбалансированных исторических корпусах, могут лучше отражать семантические нюансы прошлых эпох.

Несколько иной подход демонстрируется в статье Beck C. и Köllner M. [14], где авторы проанализировали изменения в семантике слов немецкого языка с использованием языковых моделей на основе архитектуры BERT. Существующие модели для немецкого языка также обучены на современных текстах и показывают плохую производительность при работе с историческими текстами. Для решения этой проблемы авторы статьи обучили с нуля собственную историческую модель для немецкого языка — GHisBERT (German Historical BERT), используя текстовые

данные, охватывающие все основные периоды развития немецкого языка с 750 года нашей эры до настоящего времени.

Для оценки эффективности предложенной модели GHisBERT авторы проводят анализ лексического семантического сходства десяти понятий, взятых из стабильного списка основных понятий человеческой культуры по М. Сводешу [15]. Это такие понятия, как птица, собака, яйцо, рыба, гора, нога, голова, женщина, дерево, солнце. Предполагается, что обозначающие их слова должны быть относительно стабильны на протяжении истории языка. Далее авторы проанализировали встречаемость этих понятий в текстах трех последовательных периодов: средневерхненемецкого, ранненоверхненемецкого и нововверхненемецкого. Для каждого периода они выделили предложения, содержащие интересующие слова, и получили их контекстные векторные представления из языковой модели GHisBERT. При этом оценивались как межпонятийные сходства в рамках каждого исторического периода, так и внутривопонятийные сходства каждого понятия в динамике перехода между периодами.

Результаты эксперимента показали, что модель GHisBERT лучше, чем исходная немецкоязычная модель BERT, и ее вариант с дополнительным дообучением на исторических текстах способен выявлять как сходства между разными понятиями в рамках одной эпохи, так и стабильность значений одного и того же понятия при переходе от средневерхненемецкого периода к ранненоверхненемецкому и далее к нововверхненемецкому. Таким образом, авторы делают вывод о необходимости предварительного обучения языковых моделей для анализа исторических текстов с нуля на релевантных текстовых данных соответствующей эпохи.

Помимо непосредственного анализа и обработки сохранившихся письменных памятников, большие языковые модели открывают широкие возможности для решения фундаментальных научных проблем в области исторического языкознания. Перспективным направлением здесь является моделирование эволюции языков во времени и лингвистическая реконструкция праязыков — предполагаемых языков-предков для групп родственных языков.

На протяжении XIX–XX веков лингвистами активно разрабатывались компаративистские методы, позволяющие по данным живых и мертвых родственных языков реконструировать предковые формы, восстанавливать утраченные фонемы и морфемы, моделировать пути исторического развития языков. Однако эти методы опираются преимущественно на знания и интуицию конкретного исследователя, что вносит элемент субъективности. А также традиционные методы плохо масштабируются на большое количество языков и большие массивы данных. В последнее время были предприняты попытки моделирования эволюции языков и восстановления праязыков с помощью больших языковых моделей.

Одна из первых работ в этом направлении — статья Meloni C., Ravfogel S. и Goldberg Y. [16], где авторы исследуют задачу реконструкции протослов — предсказания прародительских слов в протоязыке (в данном случае латыни) на основе когнатов — слов-родственников в дочерних языках (романских языках). Авторы

создали объемный набор данных когнатов в романских языках и их латинских протформ. На этом наборе данных они обучили нейросетевую модель, похожую на современные системы нейронного машинного перевода. Модель тренировалась на предсказании латинских протослов по соответствующим когнатам в дочерних языках. Впоследствии ей удалось генерировать гипотетические формы слов на предполагаемом прароманском языке. Эксперименты показали, что специализированные нейросетевые модели значительно превосходили традиционные компаративистские подходы в таких задачах, как обнаружение регулярных исторических фонетических изменений, выявление когнатов (родственных слов) и реконструкция исходных форм. Авторы исследования считают, что их модель открывает возможность для полуавтоматической реконструкции целых праязыков на основе данных потомков с использованием статистических моделей искусственного интеллекта.

Существенным преимуществом больших языковых моделей является их способность анализировать большие объемы данных и извлекать из них структурированную информацию. Для нас в первую очередь интересна способность обрабатывать массивы научных публикаций [17; 18] и исторических источников. В статье García G. G. и Weilbach C. [19] исследуется возможность интеграции большой языковой модели с тематическими корпусами академических источников. Авторы создали программный продукт KleioGPT, представляющий возможность извлекать структурированную информацию из базы данных на основе технологии генерации с дополненной выборкой (англ. Retrieval-Augmented Generation) [20; 21]. KleioGPT дает возможность загружать коллекции источников и специализированной литературы в формате PDF, индексировать их текстовое содержание и сохранять в векторной базе данных.

Если пользователь через KleioGPT задает вопрос языковой модели по теме исследования, система сначала извлекает из базы данных наиболее релевантные текстовые фрагменты и передает их вместе с вопросом на вход языковой модели. Такой подход даёт языковой модели контекст из специализированных авторитетных источников, что позволяет ей генерировать значительно более точные, надежные и содержательные ответы по сравнению с использованием только базовых знаний.

Авторы протестировали систему на двух задачах. Во-первых, они создали корпус источников по миграционным исследованиям и истории Ирландии, включающий 86 монографий, и задали 40 вопросов разного уровня сложности пяти большим языковым моделям: ChatGPT, GPT-3, XGen, Beluga и Falcon. Интеграция с корпусом источников значительно повысила качество ответов. Наилучшие результаты по полноте и детализации ответов показал ChatGPT (версии 3 на момент исследования).

Во втором эксперименте авторы извлекали структурированные генеалогические данные из коллекции книг «Historia de Familias Cubanas» [22]. ChatGPT смог с высокой точностью автоматически извлечь данные об именах, датах рождения и родственных связях, представив их в табличном формате.

Обратим внимание на одну тенденцию использования больших языковых моделей. В ряде статей предлагается способ их использования для анализа различных латентных характеристик текстов [23; 24; 25]. Пока такой подход апробируется для современных текстов.

В статье Vora M. с соавторами [26] использовали модель BERT для анализа тональности и эмоциональной окраски пяти различных английских переводов Библии, в частности Нагорной проповеди Иисуса Христа из Евангелия от Матфея. Они обнаружили различия в словарном запасе и эмоциональности между переводами, но в целом схожие тенденции преобладания оптимистичных, шутливых, сочувственных и раздраженных тональностей в текстах. Также было отмечено отсутствие благодарственных ноток, что объясняется скорее философским, нежели политическим характером Нагорной проповеди.

В статье Fan Y. с соавторами [27] исследуют способности ChatGPT в анализе дискурса в диалогах, сосредотачиваясь на задачах сегментации тем и анализа дискурса. Авторы предлагают систематическую оценку возможностей модели в глубоком семантическом понимании линейных и иерархических дискурсивных структур. В работе разработан шаблон запроса, включающий описание задачи, формат вывода и структурированный ввод. Эксперименты проводились на четырех популярных наборах данных для сегментации тем и двух наборах данных для анализа дискурса. Результаты показали, что ChatGPT хорошо справляется с идентификацией тем в общих разговорах, но испытывает трудности в специализированных областях. Модель не понимает сложные риторические структуры. Авторы также исследуют влияние обучения в контексте (например, когда модель просят воспроизвести цепочку рассуждений) на ChatGPT и проводят исследование влияния различных компонентов шаблона запроса, что закладывает основу для будущих исследований в этой области.

В статье Kirilenko A. P, Stepchenkova S. [28] исследуется способность модели ChatGPT извлекать основные темы из отзывов читателей блогов. Обычно такие отзывы очень короткие (одно предложение) и зашумленные, что затрудняет применение традиционных методов вроде латентного размещения Дирихле. Однако эксперименты показали, что ChatGPT справляется с этой задачей намного лучше, выделяя темы более точно и детально. Это объясняется тем, что модель, обучаясь на больших объемах текстов, приобретает способность к глубокому пониманию языка и контекста.

Наконец, в статье Zhang L. с соавторами [29] предлагается теоретическое объяснение, почему большие языковые модели могут эффективно извлекать скрытые семантические структуры из текстов, в частности темы. Согласно теореме де Финетти, обучение модели на предсказании следующего слова в тексте эквивалентно байесовскому выводу скрытых параметров, которые этот текст порождают. А тематика как раз и является таким латентным параметром. Это значит, что предсказывая очередное слово, модель неявно строит представление о тематике текста, используя байесовский подход. Проведенные авторами эксперименты как на синтетических, так и на реальных данных подтвердили эту гипотезу. Показано, что из

внутренних представлений разных моделей (GPT-2, BERT и др.) с помощью простой линейной модели можно декодировать распределение тем с высокой точностью.

В целом эти статьи открывают новые перспективы использования больших языковых моделей для анализа тематики текстов. Во-первых, классические ограничения (например, на короткие тексты) перестают быть препятствием. Во-вторых, интерпретация процесса обучения больших языковых моделей как байесовского моделирования дает теоретическое понимание того, почему они так эффективны.

Обсуждение (Discussion)

Проведенный анализ демонстрирует высокую эффективность применения больших языковых моделей для решения задач, которые ранее требовали значительных трудозатрат и времени. Автоматизация ряда исследовательских процедур (атрибуции, реконструкция текстов и др.) позволяет значительно ускорить работу и повысить точность полученных результатов.

Несмотря на безусловные достоинства технологий машинного обучения для анализа исторических текстов в целом и больших языковых моделей в частности, было бы наивно полагать, что эти методы не имеют никаких ограничений и недостатков. Существует целый ряд проблем, которые необходимо принимать во внимание при внедрении подобных технологий в исторические и филологические исследования.

Во-первых, одна из ключевых сложностей связана с недостаточным объемом качественных обучающих данных для многих древних языков. В отличие от современных языков, где обычно имеются обширные текстовые корпуса, для мертвых языков часто сохранилось очень ограниченное количество письменных источников. Этого бывает недостаточно для эффективного обучения языковых моделей. К тому же в исторических коллекциях зачастую присутствует высокий процент «шума» — ошибок распознавания текстов, сканирования, неверных прочтений и т. д. Такие «грязные данные» снижают качество обучения нейронных сетей.

Еще один немаловажный аспект — это проблемы интерпретации и валидации результатов, выдаваемых моделями. Как известно, в основе работы нейронных сетей лежат сложные статистические закономерности, скрытые в данных. При этом сами модели остаются по большей части «черным ящиком» для исследователей. Поэтому порой трудно определить, на каких именно основаниях модель делает то или иное предсказание — будь то атрибуция текста, реконструкция утраченного фрагмента или предполагаемая датировка. В результате велик риск получения правдоподобного, но ошибочного ответа.

Таким образом, при всех достоинствах технологий искусственного интеллекта для анализа языка и текстов, будет наивно полагать, что эти методы могут полностью заменить традиционную эвристику и критическое мышление историков и филологов. Наиболее эффективный подход заключается в оптимальном сочетании лучших сторон человека и машины, при котором человек привносит свои глубокие предметные знания, интуицию, способность к нестандартному мышлению и креативности. А обученные языковые модели выступают в роли вспомогательного

инструмента, предоставляющего исследователю набор альтернативных гипотез для дальнейшего критического разбора.

Заключение (Conclusion)

Проведенный анализ показывает стремительное расширение областей применения больших языковых моделей в исторических исследованиях. Успехи в автоматизации таких трудоемких задач как атрибуция, реконструкция и интерпретация исторических текстов открывают новые перспективы для развития цифровой гуманитаристики. Модели уже продемонстрировали высокую эффективность в атрибуции текстов, заполнении лакун в надписях, выявлении изменения значений слов с течением времени. Все эти результаты позволяют историкам экономить массу усилий и времени при работе с источниками прошлого.

Особого внимания заслуживает способность моделей выявлять латентные характеристики текстов — темы, эмоциональную окраску и т. д. Это направление еще предстоит более подробно изучить применительно к анализу исторических источников. В дальнейшем можно ожидать комбинирования классических статистических методов тематического моделирования с возможностями нейросетей. Такая гибридизация позволит реализовать прорывные решения для автоматизации сложных интеллектуальных задач историков.

Таким образом внедрение технологий искусственного интеллекта открывает новую главу в исследовании прошлого. Сегодня это направление находится в начальной стадии, однако уже продемонстрировало большой потенциал. Благодаря расшифровке загадок далекого прошлого с помощью нейросетей, история обретает новое измерение в цифровую эпоху.

Список литературы

1. Бородкин Л. Новый этап цифровой трансформации исторических исследований: возможности технологий больших данных и искусственного интеллекта // Значение цифровых технологий в изучении истории Узбекистана. 2022. Т. 1, №. 01. С. 135–142. <https://doi.org/10.47689/v1i01.13360>
2. Кузнецов А. В. Тенденции развития автоматического анализа исторических текстов // Гуманитаристика в условиях современной социокультурной трансформации: материалы XI Всероссийской научно-практической конференции (21–22 октября 2022 года, г. Липецк): сборник научных трудов. Липецк: ЛГПУ имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2022. С. 68–73.
3. Restoring and attributing ancient texts using deep neural networks / Y. Assael, T. Sommerschild, B. Shillingford B. et al. // Nature. 2022. Vol. 603 (7900). P. 280–283. doi: 10.1038/s41586-022-04448-z
4. Machine learning for ancient languages: A survey / T. Sommerschild, Y. Assael, J. Pavlopoulos et al. // Computational Linguistics. 2023. Vol. 49, iss. 3. P. 703–747. DOI: 10.1162/coli_a_00481.
5. Кузнецов А. В. Цифровая история и искусственный интеллект: перспективы и риски применения больших языковых моделей // Новые информационные технологии в образовании и науке. 2022. № 5. С. 53–57. DOI: 10.17853/2587-6910-2022-05-53-57

6. The economic potential of generative AI: The next productivity frontier / M. Chui, E. Hazan, R. Roberts et al. McKinsey & Company, 2023. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier/> (дата обращения: 08.07.2024).
7. BERT in Plutarch's Shadows / I. Yamshchikov, A. Tikhonov, Y. Pantis, C. Schubert, J. Jost // Proceedings of the 2022 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. Association for Computational Linguistics, 2022. P. 6071–6080.
8. HUE: Pretrained Model and Dataset for Understanding Hanja Documents of Ancient Korea / H. Yoo, J. Shin, J. Son et. al. // 2022 Annual Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics. The North American Chapter of the Association for Computational Linguistics, 2022. P. 1832–1844. <https://doi.org/10.18653/v1/2022.findings-naacl.140>
9. Bamman D., Burns P. J. Latin BERT: A contextual language model for classical philology // arXiv preprint arXiv:2009.10053. 2020. Sept. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2009.10053> (дата обращения: 08.07.2024).
10. Lazar K., B. Saret, A. Yehudai et al. Filling the Gaps in Ancient Akkadian Texts: A Masked Language Modelling Approach // Proceedings of the 2021 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. Association for Computational Linguistics, 2021. P. 4682–4691.
11. Виноградов В. В. История слов: около 1500 слов и выражений и более 5000 слов, с ними связанных. Москва: Институт русского языка им. В. В. Виноградова РАН, 1999. 1138 с.
12. Diachronic word embeddings and semantic shifts: a survey / A. Kutuzov, L. Øvrelid L., T. Szymanski, E. Velldal // Proceedings of the 27th International Conference on Computational Linguistics. Association for Computational Linguistics, 2018. P. 1384–1397. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1806.03537>
13. Qiu W., Xu Y. HistBERT: A Pre-trained Language Model for Diachronic Lexical Semantic Analysis // arXiv preprint arXiv:2202.03612. 2022. 8 Feb. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14905.44649>.
14. Beck C., Köllner M. GHisBERT—Training BERT from scratch for lexical semantic investigations across historical German language stages // Proceedings of the 4th Workshop on Computational Approaches to Historical Language Change. 2023 Dec. Association for Computational Linguistics, 2023. P. 33–45. <https://doi.org/10.18653/v1/2023.lchange-1.4>.
15. Swadesh M. Towards greater accuracy in lexicostatistic dating // International journal of American linguistics. 1955. Vol. 21, no. 2. P. 121–137.
16. Meloni C., Ravfogel S., Goldberg Y. Ab Antiquo: Neural Proto-language Reconstruction // Proceedings of the 2021 Conference of the North American Chapter. 2021 Jun. Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, 2021. P. 4460–4473. <https://doi.org/10.18653/v1/2021.naacl-main.353>

17. Leveraging Large Language Models for Literature Review Tasks-A Case Study Using ChatGPT / R. Zimmermann, D. Schmidt, S. Schneider S. et al. // International Conference on Advanced Research in Technologies, Information, Innovation and Sustainability. 2023 Dec. Springer, Cham, 2024. P. 313–323.
18. Chen T. J. ChatGPT and other artificial intelligence applications speed up scientific writing // Journal of the Chinese Medical Association. 2023. Vol. 86, iss. 4. P. 351–353. doi: 10.1097/JCMA.0000000000000900.
19. Gonzalez Garcia G., Weilbach C. If the Sources Could Talk: Evaluating Large Language Models for Research Assistance in History // CHR 2023: Computational Humanities Research Conference, 2023 Dec, Paris, France. Paris, 2023. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.10808>.
20. Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive nlp tasks / Lewis P., Perez E., Piktus A. et al. // 34th Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2020), 2020 May, Vancouver, Canada. Vancouver, 2020. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.11401>
21. Improving language models by retrieving from trillions of tokens / S. Borgeaud, A. Mensch, J. Hoffmann et al. et al. // International conference on machine learning. PMLR, 2022. P. 2206–2240. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2112.04426>.
22. Historia de familias cubanas. 9 vols. / F. H. Santa Cruz, D. Ortega, V. García, P. Marqués. La Habana: Editorial Hércules, 1940–1988.
23. Blevins T., Gonen H., Zettlemoyer L. Prompting language models for linguistic structure // arXiv preprint arXiv:2211.07830. 2022. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2211.07830>.
24. Mayer C. W. F., Ludwig S., Brandt S. Prompt text classifications with transformer models! An exemplary introduction to prompt-based learning with large language models // Journal of Research on Technology in Education. 2023. Vol. 55, iss. P. 125–141. <https://doi.org/10.1080/15391523.2022.2142872>.
25. Prompting Large Language Models for Topic Modeling / H. Wang, Y. Wang, L. Zheng et al. // 2023 IEEE International Conference on Big Data (BigData), 2023 Dec. IEEE, 2023. P. 1236–1241. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2312.0969>.
26. Large language model for Bible sentiment analysis: Sermon on the Mount / M. Vora, Mahek Vora, Tom Blau, Vansh Kachhwal, Ashu M. G. Solo, Rohitash Chandra. // arXiv preprint arXiv:2401.00689. 2024. URL: <https://arxiv.org/abs/2401.00689/> (дата обращения: 08.07.2024).
27. Fan Y. et al. Uncovering the Potential of ChatGPT for Discourse Analysis in Dialogue: An Empirical Study // Proceedings of the 2024 Joint International Conference on Computational Linguistics, Language Resources and Evaluation (LREC-COLING 2024). 2024. P. 16998–17010.
28. Kirilenko A., Stepchenkova S. Automated Topic Analysis with Large Language Models // ENTER e-Tourism Conference. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. P. 29–34.

29. Zhang L. et al. Deep de Finetti: Recovering Topic Distributions from Large Language Models // arXiv preprint arXiv:2312.14226. 2023. URL: <https://arxiv.org/abs/2312.14226/> (дата обращения: 08.07.2024).

References

1. Borodkin L. Novyy etap tsifrovoy transformatsii istoricheskikh issledovaniy: vozmozhnosti tekhnologiy bol'shikh dannykh i iskusstvennogo intellekta. *Znachenie tsifrovyykh tekhnologiy v izuchenii istorii Uzbekistana*. 2022; 1 (01): 135–142. (In Russ.) <https://doi.org/10.47689/v1i01.13360>

2. Kuznetsov AV. Tendentsii razvitiya avtomaticheskogo analiza istoricheskikh tekstov. In: *Gumanitaristika v usloviyakh sovremennoy sotsiokul'turnoy transformatsii: materialy XI Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (21–22 oktyabrya 2022 goda, g. Lipetsk)*. Lipetsk: LGPU imeni P.P. Semenova-Tyan-Shanskogo, 2022. p. 68–73. (In Russ.)

3. Assael Y., Sommerschild T., Shillingford B. et al. Restoring and attributing ancient texts using deep neural networks. *Nature*. 2022; 603 (7900): 280–283. doi: 10.1038/s41586-022-04448-z

4. Sommerschild T., Assael Y., Pavlopoulos J. et al. Machine learning for ancient languages: A survey. *Computational Linguistics*. 2023; 49 (3): 703–747. DOI: 10.1162/coli_a_00481

5. Kuznetsov A. V. Tsifrovaya istoriya i iskusstvennyy intellekt: perspektivy i riski primeneniya bol'shikh yazykovykh modeley // *Novye informatsionnye tekhnologii v obrazovanii i nauke*. 2022; (5): 53–57. (In Russ.) DOI: 10.17853/2587-6910-2022-05-53-57

6. Chui M., Hazan E., Roberts R. et. al. The economic potential of generative AI: The next productivity frontier. McKinsey & Company, 2023 [Internet] 65 p. [cited 2024 July 8] Available from: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier>.

7. Yamshchikov I, Tikhonov A., Pantis Y., Schubert C., Jost J. BERT in Plutarch's shadows. In: *Proceedings of the 2022 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*. Association for Computational Linguistics, 2022. p. 6071–6080.

8. Yoo H, Shin J, . HUE: Pretrained model and dataset for understanding Hanja documents of ancient Korea. In: *Proceedings of the 2022 Annual Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics*. The North American Chapter of the Association for Computational Linguistics; 2022. p. 1832–1844. <https://doi.org/10.18653/v1/2022.findings-naacl.140>.

9. Bamman D, Burns PJ. Latin BERT: A contextual language model for classical philology. arXiv preprint arXiv:2009.10053. 2020 Sept. [cited 2024 July 8] Available from: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2009.10053>

10. Lazar K., Saret B., Yehudai A. et al. Filling the gaps in ancient Akkadian texts: A masked language modelling approach. In: *Proceedings of the 2021 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*. Association for Computational Linguistics, 2021. p. 4682–4691.

11. Vinogradov VV. Istoriya slov: okolo 1500 slov i vyrazheniy i bolee 5000 slov, s nimi svyazannykh. Moscow; 1999. 1138 p.
12. Kutuzov A., Øvrelid L., Szymanski T., Velldal E. Diachronic word embeddings and semantic shifts: a survey. In: *Proceedings of the 27th International Conference on Computational Linguistics*. Association for Computational Linguistics, 2018. p. 1384–1397. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1806.03537>
13. Qiu W, Xu Y. HistBERT: A pre-trained language model for diachronic lexical semantic analysis. *arXiv preprint arXiv:2202.03612*. 2022 8 Feb. [cited 2024 July 8] Available from: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14905.44649>.
14. Beck C, Köllner M. GHISBERT–Training BERT from scratch for lexical semantic investigations across historical German language stages. In: *Proceedings of the 4th Workshop on Computational Approaches to Historical Language Change*. 2023 Dec. Association for Computational Linguistics, 2023. p. 33–45. <https://doi.org/10.18653/v1/2023.lchange-1.4>
15. Swadesh M. Towards greater accuracy in lexicostatistic dating. *International Journal of American Linguistics*. 1955;21(2):121–137.
16. Meloni C., Ravfogel S., Goldberg Y. Ab Antiquo: Neural proto-language reconstruction. *Proceedings of the 2021 Conference of the North American Chapter*. 2021 Jun. Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies; 2021. p. 4460–4473. DOI: <https://doi.org/10.18653/v1/2021.naacl-main.353>
17. Zimmermann R., Schmidt D., Schneider S., Hübner P., Hegemann S., Kellermeier F. Leveraging large language models for literature review tasks–A case study using ChatGPT. *International Conference on Advanced Research in Technologies, Information, Innovation and Sustainability*. Cham: Springer; 2024. p. 313–323.
18. Chen TJ. ChatGPT and other artificial intelligence applications speed up scientific writing. *Journal of the Chinese Medical Association*. 2023; 86 (4): 351–353. doi: 10.1097/JCMA.0000000000000900
19. Gonzalez Garcia G., Weilbach C. If the sources could talk: Evaluating large language models for research assistance in history. *CHR 2023: Computational Humanities Research Conference, 2023 Dec, Paris, France*. Paris, 2023. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.10808>.
20. Lewis P., Perez E., Piktus A., Petroni F., Karpukhin V., Goyal N., et al. Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive NLP tasks. *34th Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2020), 2020 May, Vancouver, Canada*. Vancouver; 2020. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.11401>
21. Borgeaud S., Mensch A., Hoffmann J., Cai T., Rutherford E., Millican K., et al. Improving language models by retrieving from trillions of tokens. *International Conference on Machine Learning*. PMLR; 2022. p. 2206–2240. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2112.04426>
22. Santa Cruz FX, Ortega D, García V, Marqués P. Historia de familias cubanas. La Habana: Editorial Hércules; 1940–1988. 9 vols.

23. Blevins T, Gonen H, Zettlemoyer L. Prompting language models for linguistic structure. *arXiv preprint arXiv:2211.07830*. 2022. [cited 2024 July 8] Available from: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2211.07830>.

24. Mayer CWF, Ludwig S, Brandt S. Prompt text classifications with transformer models! An exemplary introduction to prompt-based learning with large language models. *Journal of Research on Technology in Education*. 2023;55(1):125–141. <https://doi.org/10.1080/15391523.2022.2142872>

25. Wang H., Wang Y., Zheng L., Ren Z., Ren P., Shao B. et al. Prompting large language models for topic modeling. *2023 IEEE International Conference on Big Data (BigData)*, 2023 Dec. IEEE; 2023. p. 1236–1241. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2312.0969>

26. Vora M, Roemmele M, Sap M, Xu Y, Choi Y. Large language model for Bible sentiment analysis: Sermon on the Mount. *arXiv preprint arXiv:2401.00689*. 2024. [cited 2024 July 8] Available from: <https://arxiv.org/abs/2401.00689>.

27. Fan Y, Wang W, Li Y, Huang X, Zhou J. Uncovering the potential of ChatGPT for discourse analysis in dialogue: An empirical study. *Proceedings of the 2024 Joint International Conference on Computational Linguistics, Language Resources and Evaluation (LREC-COLING 2024)*. 2024. p. 16998–17010.

28. Kirilenko AP, Stepchenkova S. Automated topic analysis with large language models. *ENTER e-Tourism Conference*. Cham: Springer Nature Switzerland; 2024. p. 29–34.

29. Zhang L, Fan X, Zhao W, Cheng J, Liu X. Deep de Finetti: Recovering topic distributions from large language models. *arXiv preprint arXiv:2312.14226*. 2023. [cited 2024 July 8] Available from: <https://arxiv.org/abs/2312.14226>.

Научная статья

УДК 378.14

DOI: 10.17853/2587-6910-2024-13-93-103

МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА «ЦИФРОВОЕ ОБРАЗОВАНИЕ»: КОНЦЕПЦИЯ И РЕАЛИЗАЦИЯ

Ольга Николаевна Троицкая

канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры экспериментальной математики и информатизации образования, Высшая школа информационных технологий и автоматизированных систем, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7885-9435>; o.troitskaya@narfu.ru

***Аннотация.** В статье обоснована необходимость внедрения в образовательную практику магистерской программы «Цифровое образование». Основной причиной стала востребованность специалистов в области цифрового образования, готовых к эффективной образовательной деятельности в условиях непрерывных изменений. Новая магистерская программа «Цифровое образование» позволит научить действующих и будущих педагогов не только применять цифровые образовательные технологии в профессиональной деятельности, но и самостоятельно разрабатывать в соответствии с конкретными образовательными целями учебный цифровой контент, создавать EdTech-проекты и управлять ими. В статье представлены отличительные особенности программы магистратуры, её преимущества и особенности реализации.*

***Ключевые слова:** образование, цифровая трансформация, цифровое образование, компетенции, магистерская программа, No-Code и Low-Code инструменты.*

***Для цитирования:** Троицкая О. Н. Магистерская программа «Цифровое образование»: концепция и реализация // Новые информационные технологии в образовании и науке. 2024. № 13 С. 92–102: <https://doi.org/10.17853/2587-6910-2024-13-93-103>*

MASTER'S PROGRAM «DIGITAL EDUCATION»: CONCEPT AND IMPLEMENTATION

Olga N. Troitskaya

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Experimental Mathematics and Informatization of Education, Higher School of Information Technologies and Automated Systems, Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7885-9435>;

Abstract. *The article substantiates the need to introduce the master's program «Digital Education» into educational practice. The main reason was the demand for specialists in the field of digital education who are ready for effective educational activities in conditions of continuous changes. The new master's program «Digital Education» will teach current and future teachers not only to apply digital educational technologies in their professional activities, but also to independently develop educational digital content in accordance with specific educational goals, create EdTech projects and manage them. The article presents the distinctive features of the master's program, its advantages and implementation features.*

Keywords: education, digital transformation, digital education, competencies, master's program, No-Code and Low-Code tools

For citation.: *Troitskaya O.N. Master's program «Digital education»: concept and implementation// New information technologies in education and science. 2024; 13: 92-102 <https://doi.org/10.17853/2587-6910-2024-13-93-103>*

简评：文章论证了将“数字教育”硕士学位课程引入教育实践的必要性。该教学大纲将教授现任和未来的教师不仅要在其专业活动中应用数字教育技术，还要独立开发教育数字内容、创建和管理Ed-Tech项目。本文介绍了硕士学位课程的鲜明特色、优势及实施特点。

主题词：教育、数字化转型、数字教育、特长、硕士课程、No-Code与Low-Code工具

1. Введение (Introduction)

Цифровая трансформация, определенная в качестве национальной цели развития Российской Федерации [14], привела к кардинальным изменениям в системе образования страны. Следствием повсеместной реализации федерального проекта «Цифровая образовательная среда» [15] стало оснащение образовательных организаций современным оборудованием, развитие цифровых сервисов, расширение спектра цифровых образовательных ресурсов. Применение методов искусственного интеллекта, средств дополненной и виртуальной реальности — вот неполный перечень произошедших за последние несколько лет нововведений. Однако преподаватели и учителя во многом оказались не готовы к такого рода изменениям. Проведенное в течение двух лет (2021–2022 гг.) исследование уровня сформированности цифровых компетенций у педагогов Архангельской области показало, что уровень компетенции педагогов не соответствует в полной мере современным требованиям и стандартам. Исследование Е. Ю. и Игнатьевой О. Н. Шиловой подтверждает, что сегодня у учителей школ не сформированы на должном уровне компетенции использования цифровых инструментов для реализации целостного образовательного процесса [3].

Встает вопрос о подготовке и переподготовке «специалистов в области цифрового образования, готовых к эффективной образовательной деятельности в условиях непрерывных изменений, к использованию цифровых технологий в образовательном процессе, к внедрению инновационной педагогической практики, к созданию и применению нового цифрового контента в соответствии с актуальными задачами, стоящими перед системой образования» [13]. Решение данного вопроса может идти в трех направлениях. Во-первых, это изменения учебных планов бакалавриата, а именно включение в число учебных дисциплин таких, которые ориентированы на применение в процессе обучения цифровых образовательных инструментов и ресурсов. Во-вторых, внедрение дополнительных профессиональных программ повышения квалификации, например, «Цифровая культура современного педагога», «Цифровой дизайн в деятельности педагога», «Цифровые компетенции в профессиональной деятельности педагога». Данный подход был реализован на базе Центра инновационного обучения Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем Северного (Арктического) федерального университета имени М. В. Ломоносова. В-третьих, создание новых магистерских программ, ориентированных на подготовку высококвалифицированных специалистов в области цифрового образования. Работа в развитии третьего направления началась в августе 2022 года и завершилась разработкой и внедрением в образовательную практику новой магистерской программы «Цифровое образование» (направление подготовки 44.04.01 Педагогическое образование»).

2. Методология, материалы и методы (Methodology, materials and methods)

Формирование цифровых компетенций педагогов, как действующих, так и будущих, является первоочередной задачей современной системы образования. Эффективность всего образовательного процесса напрямую зависит от того, каким образом педагог внедряет в свою образовательную практику цифровой инструментарий, определяет этапы учебного (или внеучебного) занятия, реализация которых требует использования цифрового образовательного контента.

Для определения уровня сформированности цифровых компетенций педагогов был использован подход, описанный в Европейской модели цифровых компетенций педагогов [1]. В соответствии с выделенными секторами цифровых компетенций был составлен тест, содержащий 24 тестовых задания. В таблице 1 представлены примеры для каждого сектора.

Нами были выделены 3 уровня сформированности цифровых компетенций. Первый уровень (базовый) характеризуется способностью определять учебные ситуации, развитие которых требует применения цифровых образовательных ресурсов, использовать готовые цифровые сервисы в процессе проведения учебных и внеучебных занятий. Второй уровень характеризуется готовностью вносить изменения в созданный цифровой образовательный контент с соблюдением правил конфиденциальности и авторского права, применять цифровые сервисы для расширения взаимодействия с обучающимися. Третий уровень характеризуется способностью самостоятельно создавать цифровой образовательный контент в соответствии

с выдвинутой дидактической задачей, описывать методику его применения в процессе обучения, организовывать новые траектории цифрового обучения учащихся.

Таблица 1

Примеры тестовых заданий

Сектор цифровых компетенций	Пример задания
Профессиональная вовлеченность	Онлайн-сервис, где можно хранить учебные материалы, обмениваться информацией, выполнять, хранить и сдавать задания, носит название ... а. электронная платформа б. информационная платформа с. обучающая платформа д. образовательная платформа
Цифровые ресурсы	К числу программ, в которых можно создать образовательный скринкаст, относят ... а. MS PowerPoint-2013 б. MS Word с. MS Excel д. MS Access
Преподавание и обучение	С целью активизации познавательной деятельности обучающихся Вы решили разработать веб-квест. Представьте процесс создания веб-квеста по следующему плану: 1. Цель применения создаваемого веб-квеста 2. Содержание, подлежащие изучению в рамках веб-квеста 3. Обоснование выбора цифровых инструментов для создания веб-квеста 4. Описание этапов создания образовательного веб-квеста 5. Место веб-квеста в образовательном процессе
Оценка	Главной целью сервиса «Цифровое портфолио ученика» является ... а. корректировка полученных учащимися знаний б. управление образовательной траекторией ученика в соответствии с его уровнем подготовки и интересами с. формирование траектории образования на основе обработки данных с помощью интеллектуальных алгоритмов д. интеграция и систематизация в одной базе всех достижений учащихся, сведений, которые нужны для идентификации в рамках образовательного процесса
Расширение прав и возможностей учеников	Представьте не менее трех примеров бесплатных образовательных платформ для обучения детей с ОВЗ.
Содействие развитию цифровых компетенций учащихся	Создайте с помощью сервиса https://wordcloud.online/ru облако слов по школьному предмету (на выбор). Цель применения облака слов состоит в систематизации знаний учащихся по выбранной теме (тему выбираете самостоятельно). Опишите методические особенности применения облака слов по плану: 1) цель применения облака слов, 2) тип урока, на котором применяется облако слов, 3) этап урока, на котором применяется облако слов.

Распределение испытуемых оказалось следующим: 23 %, 58 % и 19 %. Анализ результатов тестирования показал, что у испытуемых затруднения вызвали задания следующих типов:

- 1) осуществить отбор готовых цифровых образовательных ресурсов из предложенного списка в соответствии с поставленной целью их применения в образовательном процессе, выбор обосновать;
- 2) представить методику применения отобранных готовых цифровых образовательных ресурсов в соответствии с поставленной целью;
- 3) отобрать цифровые инструменты для создания образовательного контента в соответствии с поставленной целью обучения;
- 4) определить методику создания цифрового образовательного контента в соответствии с поставленной целью обучения.

Таким образом, встал вопрос формирования у педагогов двух профессиональных компетенций: способность осуществлять анализ готовых цифровых образовательных ресурсов и разрабатывать методику их применения для достижения целей образования; способность создавать цифровой контент с использованием No-Code и Low-Code инструментов и предоставлять доступ к нему участникам образовательного процесса в соответствии с правилами конфиденциальности и авторского права [11]. Данные компетенции вошли в состав дополнительных профессиональных компетенций выпускников, формируемых в результате освоения основной профессиональной образовательной программы магистратуры «Цифровое образование».

Проведенный сопоставительный анализ магистерских программ ведущих вузов страны ([4]–[9]) позволил выявить лучшие образовательные практики: изучаемые дисциплины, формируемые компетенции, формы организации обучения, формы и методы текущего контроля и промежуточной аттестации результатов обучения, порядок формирования результирующей отметки по учебным дисциплинам и т. п.

Результатом бенчмаркинга стало выделение отличительных особенностей образовательной программы магистратуры «Цифровое образование» в сравнении с рассмотренными магистерскими программами (таблица 2).

Проведенное анкетирование будущих и действующих педагогов позволило определить наиболее оптимальную форму обучения. На вопрос, какую форму обучения вы предпочитаете (заочная, очно-заочная, очная, очная с элементами дистанционного обучения), 79% опрошенных выбрали очную с элементами дистанционного обучения. Тем испытуемым, которые ответили данным образом на этот вопрос, было предложено выбрать модель: обучение с веб-поддержкой, смешанное обучение или обучение исключительно онлайн, онлайн синхронно. 96 % опрошенных выбрали обучение исключительно онлайн, онлайн синхронно.

Отличительные особенности программы магистратуры «Цифровое образование»

Показатель	Содержание
Для студентов	сформируют представления об EdTech-проектах, особенностях их создания и сопровождения; научатся использовать No-Code и Low-Code инструменты в профессиональной деятельности; овладеют методиками создания цифрового контента в соответствии поставленными целями образования; овладеют передовыми технологиями обучения в целях повышения качества образования в условиях цифровой трансформации системы образования; получат возможность продолжить обучение в аспирантуре.
Для университета	усиление взаимодействия университета с образовательными организациями региона; привлечение талантливых студентов, способных в дальнейшем вести педагогическую деятельность в университете; повышение привлекательности университета в системе ведущих российских вузов.
Для региона	подготовка квалифицированных, конкурентоспособных кадров для цифровой экономики региона; возможность проведения научных исследований на базе университета в рамках программы.

Это определило особенности организации обучения студентов в рамках образовательной программы магистратуры «Цифровое образование». Все лекции, практические занятия, лабораторные работы и консультации проходят онлайн синхронно в системе дистанционного обучения Sakai на платформе BigBlueButton. Преподаватели планируют и проводят занятия, используя инструмент «Конференции».

3. Результаты исследования (Results)

Проведенный анализ позволил определить цель образовательной программы: «подготовка высококвалифицированных специалистов в области цифрового образования, способных разрабатывать и поддерживать цифровую среду образовательной организации, управлять EdTech-проектами, использовать No-Code и Low-Code инструменты для создания цифрового контента, работать с цифровыми следами обучающихся и анализировать полученные учебные данные, использовать передовые технологии обучения в целях повышения качества образования в условиях цифровой трансформации системы образования» [13].

На сайте САФУ имени М.В. Ломоносова представлено полное описание магистерской программы «Цифровое образование» [11]. Так, актуальность образовательной программы обусловлена востребованностью специалистов в области цифрового образования, готовых к эффективной образовательной деятельности в условиях непрерывных изменений, к использованию цифровых технологий в образовательном процессе, к внедрению инновационной педагогической практики, к созданию и применению нового цифрового контента в соответствии с актуальными задачами, стоящими перед системой образования.

Специфика образовательной программы состоит в её соответствии целям и показателям стратегии «Цифровая трансформация образования», структуре Европейской модели цифровых компетенций для педагогов, в привлечении к образовательному процессу ведущих специалистов в области цифрового образования Арктического региона [11].

Уникальность образовательной программы магистратуры «Цифровое образование» заключается в следующем:

- привлечение обучающихся к созданию и управлению EdTech-проектами, к применению No-Code и Low-Code инструментов при создании цифрового образовательного контента;
- включение учебных мероприятий, которые требуют от обучающихся эффективного и ответственного использования цифровых технологий для обучения, общения и сотрудничества;
- применение в процессе обучения таких инновационных образовательных технологий, как технология геймификации, технология проблемного обучения, квест-технология, технология контекстного обучения;
- наличие обширной базы практики (образовательные организации Архангельской области, Архангельский областной институт открытого образования), что позволяет обеспечить контакт с работодателем и предоставить всем обучающимся возможность в полной мере сформировать собственные цифровые компетенции.

Выпускники могут работать специалистами по разработке и поддержке цифровой среды образовательной организации, аналитиками данных в образовании, специалистами в области формирования цифровых компетенций педагогов образовательных организаций [11].

Создание концептуальной модели магистерской программы «Цифровое образование» происходило на основе требований к специалистам, представленным в профессиональном стандарте «Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)», утвержденном приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «18» октября 2013 г. № 544н. В качестве обобщенной трудовой функции была выбрана «Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ», а в качестве трудовых функций - «Педагогическая деятельность по реализации программ начального общего образования» и «Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования» [12].

4. Обсуждение (Discussion)

В процессе реализации концептуальной модели магистерской программы «Цифровое образование» была определена область профессиональной деятельности, в которой выпускники, освоившие образовательную программу, могут осуществлять профессиональную деятельность. Это «Образование и наука (в сферах дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образова-

ния, профессионального обучения, профессионального образования, дополнительного образования)». Кроме того, определены типы задач профессиональной деятельности, к решению которых должен быть готов выпускник: педагогический и методический. В качестве объектов профессиональной деятельности выпускников выделены обучение и образовательные системы.

Компетенции выпускника, формируемые в результате освоения, были выделены с учетом требований образовательного стандарта высшего образования, самостоятельно установленного федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» по направлению подготовки 44.04.01 Педагогическое образование (уровень магистратура) высшего образования [10]. Профессиональные и дополнительные профессиональные компетенции выпускников программы магистратуры «Цифровое образование» представлены в таблице 3.

Таблица 3

Профессиональные и дополнительные профессиональные компетенции

Тип профессиональных задач	Код и формулировка компетенции
Педагогический	ПК-1. Способен осуществлять оценку лучших практик и совершенствовать профессиональную деятельность на основании анализа целевых ориентиров, хода и результатов образовательного процесса [11], ПК-2. Способен использовать и совершенствовать педагогические технологии, формы и методы профессиональной деятельности для достижения планируемых результатов обучения в рамках конкретной образовательной программы [11], ДПК-1 Способен осуществлять анализ готовых цифровых образовательных ресурсов и разрабатывать методику их применения для достижения целей образования [11]
Методический	ПК-4 Способен к организационно-методической работе в различных формах методических объединений в образовательных организациях [11], ПК-5 Способен проектировать и разрабатывать образовательные ресурсы для различных целевых групп обучающихся на основе лучших практик в конкретной профессиональной области [11], ДПК-2 Способен создавать цифровой контент с использованием No-Code и Low-Code инструментов и предоставлять доступ к нему участникам образовательного процесса в соответствии с правилами конфиденциальности и авторского права [11]

Формирование указанных компетенций происходит в процессе изучения студентами дисциплин методического и предметного модулей. В число дисциплин первого модуля входят «Цифровая трансформация системы образования», «Цифровые инструменты разработки образовательного контента», «Цифровой дизайн в деятельности педагога», «Методика руководства исследовательской деятельностью учащихся в цифровой образовательной среде», «Организация образовательной деятельности в цифровой образовательной среде», «Дата-инжиниринг в сфере

образования» [2]. Предметный модуль представлен следующими дисциплинами: «Симуляторы и тренажеры в современном учебном процессе», «Безопасность в цифровой образовательной среде», «Управление EdTech-проектами». «Учебная аналитика и оценка эффективности обучения», «Технологии создания образовательных сайтов и порталов» [2].

Полное описание образовательной программы магистратуры «Цифровое образование» представлено на сайте САФУ имени М.В. Ломоносова [11].

5. Заключение

Потребность в специалистах в области цифрового образования, готовых к применению передовых технологий в образовательной деятельности, в том числе адаптивных и иммерсивных технологий, к осуществлению педагогического проектирования в цифровой образовательной среде, к созданию и внедрению образовательных проектов с применением цифровых сервисов и инструментов, к осуществлению оценки эффективности обучения на основе учебной аналитики, привела к разработке и внедрению в образовательную практику магистерской программы «Цифровое образование». Её функционирование позволит обеспечить региональный рынок труда Архангельской области педагогическими кадрами, способными к эффективной работе в условиях происходящих изменений.

Список литературы

1. Christine Redecker (Author). Yves Punie (Editor), Digital Competence of Educators [Text] / European Framework for the Digital Competence of Educators, 2017. – 95 p
2. Аннотации. - Режим доступа: https://narfu.ru/upload/iblock/1c4/-_-44.04.01-_2023.pdf
3. Игнатьева, Е.Ю. Цифровые компетенции учителей: анализ современного состояния / Е. Ю. Игнатьева, О. Н. Шилова // Непрерывное образование: XXI век. – 2023. – Вып. 2 (42). - Режим доступа: <https://il21.petsru.ru/journal/article.php?id=8467>
4. Магистерская программа «Менеджмент и цифровизация образования». Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого. - Режим доступа: https://www.novsu.ru/abitur/masters_degree/directions_of_training/59125/
5. Магистерская программа «Педагогический дизайн и анализ образовательных данных». Южный федеральный университет. - Режим доступа: https://sfedu.ru/www/stat_pages22.show?p=ABT/N8207/P#s1
6. Магистерская программа «Проектирование цифровой среды образовательной организации». Московский педагогический государственный университет. - Режим доступа: <http://mpgu.su/ob-mpgu/struktura/faculties/matematicheskiy-fakultet/magistratura/44-04-01-pedagogicheskoe-obrazovanie-napravlennost-proektirovanie-cifrovoj-sredy-obrazovatelnoj-organizacii-2021/>
7. Магистерская программа «Технологии обучения в цифровой образовательной среде». Волгоградский государственный социально-педагогический университет. - Режим доступа: <http://docs.vspu.ru/program/156>

8. Магистерская программа «Цифровая трансформация образования». Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». Образовательные программы магистратуры (Москва). Институт образования. - Режим доступа: <https://www.hse.ru/ma/dt/>

9. Магистерская программа «Цифровые образовательные практики и технологии». Институт открытого образования. Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. - Режим доступа: <https://magistratura.fa.ru/iinstitut-onlayn-obrazovaniya/tsifrovye-obrazovatelnye-praktiki-i-tehnologii/>

10. Образовательный стандарт высшего образования. - Режим доступа: https://narfu.ru/upload/iblock/e61/44.04.01-_-_.pdf

11. Основная профессиональная образовательная программа высшего образования. - Режим доступа: https://narfu.ru/upload/iblock/9b1/-44.04.01-_-2023.pdf

12. Приказ Минтруда России от 18.10.2013 N 544н (ред. от 05.08.2016) «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)». - Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_155553/fcd5ad2f7bcae420af7b0e706a20935cafd7f5ec/#dst100010

13. Сделай свой выбор. - Режим доступа: <https://narfu.ru/schoolarius/choice/detail.php?ID=372286>

14. Указ Президента РФ от 21 июля 2020 года № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». - URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74304210/>

15. Федеральный проект «Цифровая образовательная среда». - Режим доступа: <https://edu.gov.ru/national-project/projects/cos/>

References

1. Christine Redecker (Author). Yves Punie (Editor), Digital Competence of Educators [Text] / European Framework for the Digital Competence of Educators, 2017. – 95 p

2. Annotation. – Access mode: https://narfu.ru/upload/iblock/1c4/_-_-44.04.01-_-2023.pdf

3. Ignatieva, E.Y. Digital competencies of teachers: an analysis of the current state / E. Y. Ignatieva, O. N. Shilova // Continuing education: XXI century. – 2023. – Issue 2 (42). - Access mode: <https://lll21.petrus.ru/journal/article.php?id=8467>

4. Master's program "Management and Digitalization of Education". Novgorod State University. - Access mode: https://www.novsu.ru/abitur/masters_degree/directions_of_training/59125/

5. The master's program "Pedagogical design and analysis of educational data". Southern Federal University. - Access mode: https://sfedu.ru/www/stat_pages22.show?p=ABT/N8207/P#s1

6. Master's program "Designing the digital environment of an educational organization". Moscow State Pedagogical University. - Access mode: <http://mpgu.su/ob->

mpgu/struktura/faculties/matematicheskiy-fakultet/magistratura/44-04-01-pedagogichesкое-obrazovanie-napravlennost-proektirovanie-cifrovoj-sredy-obrazovatelnoj-organizacii-2021/

7. The Master's program "Learning technologies in a digital educational environment". Volgograd State Socio-Pedagogical University. - Access mode: <http://docs.vspu.ru/program/156>

8. The Master's program "Digital transformation of education". HSE University. Master's degree educational programs (Moscow). Institute of Education. - Access mode: <https://www.hse.ru/ma/dt/>

9. The Master's program "Digital educational practices and Technologies". Institute of Open Education. Financial University under the Government of the Russian Federation. - Access mode: <https://magistratura.fa.ru/iinstitut-onlayn-obrazovaniya/tsifrovye-obrazovatelnye-praktiki-i-tehnologii/>

10. The educational standard of higher education. - Access mode: https://narfu.ru/upload/iblock/e61/44.04.01-_-_.pdf

11. The main professional educational program of higher education. - Access mode: https://narfu.ru/upload/iblock/9b1/_-44.04.01-_-2023.pdf

12. Order of the Ministry of Labor of the Russian Federation dated 10/18/2013 No. 544h (ed. dated 08/05/2016) "On approval of the professional standard "Teacher (pedagogical activity in the field of preschool, primary general, basic general, secondary general education) (educator, teacher)". - Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_155553/fcd5ad2f7bcae420af7b0e706a20935cafd7f5ec/#dst100010

13. Make your choice. – Access mode: <https://narfu.ru/schoolarius/choice/detail.php?ID=372286>

14. Decree of the President of the Russian Federation No. 474 dated July 21, 2020 "On the National Development Goals of the Russian Federation for the period up to 2030"

15. "Digital Educational Environment" federal project. - Access mode: <https://edu.gov.ru/national-project/projects/cos/>

Для авторов журнала «НОВЫ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ И НАУКЕ»

В соответствии с общими требованиями к научным публикациям в РФ в основном тексте статьи должны присутствовать следующие обязательные элементы:

Обязательная проверка текстов системой антиплагиат-вуз. Если документ не уникален или его процент оригинальности ниже 70%, такую статью не опубликуют в журнале.

- постановка в общем виде рассматриваемой проблемы и ее связь с актуальными научными или практическими задачами;
- анализ последних публикаций/исследований, на которые опирается автор при решении заявленной проблемы;
- выделение ранее не разработанных аспектов обсуждаемой проблемы, которым посвящается данная статья;
- формулировка целей исследования;
- изложение основного содержания исследования с исчерпывающим обоснованием полученных научных результатов;
- выводы с опорой на результаты работы и изложение перспектив дальнейших научных поисков в этом направлении.

Требования к авторскому оригиналу

Объем статьи. Статья должна иметь объем не менее 10 и не более 20 страниц текста стандартного формата А-4, включая таблицы, рисунки, диаграммы и т.п. Рекомендованное количество информационных материалов — до 15-20 ед. Основные требования к литературе — это актуальность (срок давности — до пяти лет), достоверность, точность представленных данных.

Структура изложения материала.

УДК (Универсальная десятичная классификация).

Фамилия и инициалы всех соавторов через запятую.

Название статьи.

Для всех авторов последовательно:

- Имя, Отчество, Фамилия (полностью)
- Ученая степень и звание (ученое звание без сокращений, ученая степень без сокращений)

- e-mail автора

- полное название организации автора

Название статьи на английском языке.

Для всех авторов последовательно на английском языке:

- Имя Фамилия (полностью)
- Ученая степень и звание (ученое звание без сокращений, ученая степень без сокращений),
- Полное название организации автора.

Аннотация.

На русском и на английском языке. Рекомендуемый средний объем аннотации составляет 500 печатных знаков (ГОСТ 7.9-95), которая должна кратко отражать структуру статьи и быть информативной.

Основные структурные элементы аннотации — это:

- предмет исследования, тема, цель
- методология проведения работы;
- результаты экспериментов;
- область применения полученных результатов;
- выводы/заключение.

Ключевые слова.

Указываются на двух языках — русском и английском. Задача автора — подобрать словосочетания, максимально точно отражающие предметную область документа. Ключевые слова/словосочетания разделяются запятой.

Графический материал

Наглядный материал (чертежи, графики, фотографии, изображения, схемы, диаграммы и т. д.) — Автор группирует материал в отдельных файлах, контролируя качество представленной информации (рекомендуемое разрешение графических изображений — не ниже 300 dpi). Порядковый номер, полное название каждой единицы графического материала располагаются под ней.

Текст статьи.

Объем— не менее 10, но не более 20 страниц, включая таблицы, рисунки и список использованных источников (шрифт — 14 пунктов, межстрочный интервал — 1,5, выравнивание по ширине страницы).

Рукопись (основной текст) статьи может быть представлена на русском или английском языке. Основной текст должен быть разбит на разделы, которым следует дать краткие заголовки. Структурирование текста может зависеть от направления (эмпирической или теоретической) исследования. Эмпирические исследования должны соответствовать формату IMRAD. Теоретические исследования могут иметь авторскую логику. Основной текст эмпирического исследования излагается на русском или английском языках в следующей последовательности:

1. Введение (Introduction).
2. Обзор литературы (Literature review).
3. Методология, материалы и методы (Methodology, materials and methods).
4. Результаты исследования (Results).
5. Обсуждение (Discussion).
6. Заключение (Conclusion).

Все части требуется выделять соответствующими подзаголовками и излагать в данных разделах релевантную информацию.

Введение (1–2 с.) Следует обозначить актуальность поднимаемой научной проблемы, важность поиска ее решения для развития определенной отрасли науки или практической деятельности. Далее раскрывается теоретическая и практическая

значимость работы с указанием вопросов, на которые пока нет четких научно обоснованных ответов и которые собирается рассмотреть автор (-ы). В завершение формулируются цель статьи, исследовательские вопросы, гипотеза и ограничения исследования, вытекающие из поставленной научной проблемы.

Обзор литературы. (1–2 с.). Необходимо описать основные исследования и публикации, на которые опиралась работа автора, историю проблемы и современные взгляды на нее, трудности ее разработки; выделить в общей проблеме аспекты, освещающиеся в статье. Желательно рассмотреть не менее 15–20 источников. Ф. И. О. авторов цитируемых работ рекомендуется указывать на языке оригинала цитируемой статьи. *Например: как отмечает К. Furs [], по мнению А. Л. Сидорова*

Методология, материалы и методы. (1–2 с.). Описываются особенности организации проведенного исследования: его методологическая база, использованные автором методологические подходы и методы (эксперимент, моделирование, опрос, тестирование, наблюдение, анализ, обобщение и т. д.) и методики с обоснованием их выбора.

Представляется состав участников, место, время и последовательность выполнения исследования, а также применявшийся дополнительный инструментарий (программное обеспечение, аппаратура и пр.).

Результаты исследования. основной раздел публикации, цель которого — при помощи анализа, обобщения и других методов обработки полученных научным путем достоверных данных аргументированно доказать рабочую гипотезу (-ы). Систематизированный аналитический и статистический материал может быть представлен в виде «доказательств в свернутом виде»: таблиц, графиков, схем и рисунков. Важно помнить, что **не нужно включать ссылки в этот раздел, поскольку представляются собственные результаты.**

Обсуждение результатов. В этом разделе нужно объяснить значение полученных результатов. Следует сопоставить свои результаты с ранее опубликованными работами ученых.

Заключение В этом разделе необходимо соотнести полученные результаты с заявленными во введении целью и гипотезой, кратко ответить на поставленные исследовательские вопросы. Уместно подчеркнуть научную и практическую значимость проведенного исследования и спрогнозировать возможные варианты развития или решения проблемы.

Подготовка данных. . Иллюстрации не должны дублировать информацию, описанную в тексте. ✓ Объемные материалы следует включить в качестве дополнительного материала (supplementary material). Они будут размещены на сайте

Желательно представлять цветной вариант рисунков для онлайн-версии журнала и PDF-файлов и черно-белый для печати.

Следует учитывать размер шрифта в иллюстрациях после форматирования журнала.

- Формат– MS Word (*.rtf, .doc, .docx).
- Гарнитура– Times New Roman.
- Размер шрифта основного текста — 14 пунктов, цвет шрифта черный, без заливок.

- Поля — все по 2 см.
- Выравнивание текста по ширине страницы.
- Абзацный отступ — 1,27 (стандартный).
- Межстрочный интервал основного текста — 1,5. Между абзацами не должно быть дополнительных межстрочных пробелов и интервалов.

- Межбуквенный интервал — обычный.
- Межсловный пробел — один знак.
- Автопереносы слов обязательны.
- При наборе текста не допускается использование стилей и не задаются колонки.

- Недопустимы выносы примечаний на поля.
- Принятые выделения — курсив, полужирный шрифт.
- Дефис должен отличаться от тире.
- Недопустимы ландшафтные (горизонтальные) таблицы.
- Внутритекстовые ссылки на публикации, включенные в список использованных источников, приводятся в квадратных скобках с указанием номера источника в списке и страниц (-ы) цитируемого текста.

- Постраничные сноски оформляются также в гарнитуре **Times New Roman**, шрифт — 10 пунктов.

- Диаграммы, схемы и графики должны быть предоставлены в исходном варианте в форматах **MS Excel** или **MS Visio** и высланы в **отдельных файлах**.

- Рисунки черно-белые и цветные, без полутонов, в векторных форматах WMF, EMF, CDR, AI, растровые изображения — в форматах TIFF, JPG с разрешением не менее 300 точек на дюйм, в реальном размере.

- Формулы набраны **только** в программе **MathType**. **Линейные формулы** (не «многоэтажные») набраны с клавиатуры (**не в математическом редакторе**).

Список использованных источников на русском языке — 10–20 публикаций, Список формируется в соответствии с последовательностью упоминания источников в тексте статьи (шрифт — 12 пунктов, прямой, межстрочный интервал — 1, выравнивание по ширине страницы).

ЭЛЕКТРОННЫЕ ССЫЛКИ ДОЛЖНЫ ОТКРЫВАТЬСЯ — ОБЯЗАТЕЛЬНО !!!

В тексте статьи ссылки на использованные источники следует указывать арабскими цифрами согласно порядковому номеру в указанном списке. Номер ссылки и страницы цитируемого источника заключаются в квадратные скобки.

Источники в списке не должны повторяться! При повторных обращениях к одному и тому же источнику используется уже присвоенный выше номер ссылки.

ВНИМАНИЕ! В списке источников нежелательны ссылки на диссертации и авторефераты диссертаций, так как они расцениваются как рукописи и не являются печатными источниками. Авторам рекомендуется ссылаться на оригинальные статьи

Примеры оформления литературы на русском языке

1. Белякова Е. Г. Смыслоориентированная педагогическая позиция // Педагогика. 2008. № 2. С. 49–54.

2. Загвязинский В. И. Наступит ли эпоха Возрождения? Стратегия инновационного развития российского образования. 2-е изд. Москва: Логос, 2015. 140 с.

3. Platonova R. I., Levchenkova T. V., Shkurko N. S., Cherkashina A. G., Kolodeznikova S. I., Lukina T. N. Regional Educational Institutions With in Modern System of Education // IEJME-Mathematics Education. 2016. № 11 (8). P. 2937–2948

Список литературы на английском языке (REFERENCES)

Структура библиографических описаний на английском языке в **References** отличается от предписанной российским ГОСТом. При оформлении References следует придерживаться Ванкуверского стиля (Vancouver bibliographic style: <http://guides.lib.monash.edu/citing-referencing/vancouver>).

Названия журналов и других периодических изданий в описаниях статей выделяются курсивом и не отделяются знаком //, как в русскоязычном варианте.

Для транслитерации русского текста в латиницу рекомендуем использовать сайт <http://www.translit.ru/>.

Примеры оформления литературы на английском языке

Описание статьи

Format: Author A. A., Author B. B., Author C. C., Author D. D. Title of article. Title of journal. Date of publication Year Month (первые три буквы названия месяца) Date (далее сокр. YYYY Mon (abb.) DD); volume, number (issue number): pagination (page numbers).

Статья ранее не была опубликована, а также не представлена для рассмотрения и публикации в другом журнале.

Приведены полные интернет-адреса для ссылок там, где это необходимо.

Основной текст набран с полуторным межстрочным интервалом, шрифтом в размере 14 пунктов; для выделений использован курсив, а не подчеркивание (за исключением интернет-адресов); все иллюстрации, графики и таблицы расположены в соответствующих местах текста, а не в конце документа.

Текст соответствует всем остальным, в том числе библиографическим требованиям,

В случае несоблюдения перечисленных выше требований, редакция, к сожалению, будет вынуждена отклонить рукопись