



Научно-практический
рецензируемый журнал

ОТКРЫТОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
Том 29. № 4. 2025

Учредитель:
РЭУ им. Г.В. Плеханова

Главный редактор
Юрий Филиппович Тельнов

Зам. главного редактора
Александр Викторович Бойченко
Василий Михайлович Трембач

Ответственный редактор
Елена Алексеевна Егорова
Никита Дмитриевич Эпштейн

Технический редактор
Елена Ивановна Аникеева

Журнал издается с 1996 года.
Свидетельство о регистрации СМИ:
ПИ № ФС77-65888 от 27 мая 2016 г.
ISSN (print) 1818-4243
ISSN (on-line) 2079-5939

Все права на материалы,
опубликованные
в номере, принадлежат журналу
«Открытое образование».
Перепечатка материалов,
опубликованных в журнале, без
разрешения редакции запрещена.
При цитировании материалов ссылка
на журнал «Открытое образование»
обязательна.

Мнение редакции может не совпадать
с мнением авторов

Журнал включен ВАКом в перечень
периодических научных изданий.

Тираж журнала
«Открытое образование»
1500 экз.

Адрес редакции:
117997, г. Москва,
Стремянный пер., 36, корп. 6, офис 345
Тел.: (499) 237-83-31, (доб. 18-04)
E-mail: Anikeeva.EI@rea.ru
Адрес сайта: www.openedu.rea.ru

Подписной индекс журнала
в каталоге «Урал-Пресс»: 47209

© ФГБОУ ВО
«РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2025
Подписано в печать 25.08.25.
Формат 60x84 1/8. Цифровая печать.
Печ. л. 9,25. Тираж 1500 экз. Заказ
Напечатано в ФГБОУ ВО
«РЭУ им. Г.В. Плеханова».
117997, Москва, Стремянный пер., 36

СОДЕРЖАНИЕ

УЧЕБНЫЕ РЕСУРСЫ

Е.Н. Полюдова
Искусственный интеллект в преподавании иностранных
языков: опыт использования в высшем образовании..... 4

А.Х. Шелепаева
Виртуальная реальность: практика встраивания в
образовательный процесс 19

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

В.В. Лаптев, Л. А. Ларченкова, А.А. Лоза
Верификация результатов поисковых запросов систем
искусственного интеллекта как средство инициирования
познавательной активности учащихся
в общеобразовательном курсе физики 29

Н.И. Пак
Таксономия учебных целей с позиций ментального
подхода 46

КАЧЕСТВО ЗНАНИЙ

Т.В. Зыкова
Применение таксономии Блума для классификации
результатов обучения в электронной информационно-
образовательной среде 55

Е.А. Останина, Е.В. Поколодина
Оценка цифрового следа участника интернет-
взаимодействий с применением методов математической
статистики 64



Scientific and practical reviewed
journal

OPEN EDUCATION
Vol. 29. № 4. 2025

Founder:
Plekhanov Russian University of
Economics

Editor in chief
Yuriy F. Telnov

Deputy editor
Aleksandr V. Boichenko
Vasily M. Trembach

Executive editor
Elena A. Egorova
Nikita D. Epshtein

Technical editor
Elena I. Anikeeva

Journal issues since 1996.
Mass media registration certificate:
№ **ФЦ77-65888** on May 27, 2016
ISSN (print) 1818-4243
ISSN (on-line) 2079-5939

All rights for materials published in the
issue belong to the journal
«Open Education».

Reprinting of articles published in the
journal, without the permission of the
publisher is prohibited.

When citing a reference to the journal
«Open Education» is obligatory.

Editorial opinion may be different from
the views of the authors

The journal is included in the list of VAK
periodic scientific publications.
Journal articles are reviewed.
The circulation of the journal
«Open Education» – 1,500 copies.

Editorial office:
117997, Moscow,
Stremyanny lane. 36, Building 6,
office 345
Tel.: (499) 237-83-31 (18-04)
E-mail: Anikeeva.EI@rea.ru
Web: www.openedu.ru

Subscription index of journal
in catalogue «Ural-Press»: 47209

© Plekhanov Russian University of
Economics, 2025

Signed to print 25.08.25.
Format 60x84 1/8. Digital printing.
Printer's sheet 9.25. 1500 copies.
Order

Printed in Plekhanov Russian University of
Economics, Stremyanny lane. 36, Moscow,
117997, Russia

CONTENTS

EDUCATIONAL RESOURCES

- Elena N. Polyudova*
Artificial Intelligence in Teaching Foreign Languages:
Application Trends in Higher Education..... 4
- Albina Kh. Shelepaeva*
Virtual Reality: the Practice of Embedding in the Educational
Process..... 19

EDUCATIONAL ENVIRONMENT

- Vladimir V. Laptev, Ludmila A. Larchenkova, Alexey A. Loza*
Verification of Search Queries of Artificial Intelligence Systems
as a Means of Initiating Cognitive Activity of Students in a
General Education Physics Course..... 29
- Nikolay I. Pak*
Taxonomy of Learning Goals
from the Position of the Mental Approach..... 46

QUALITY OF KNOWLEDGE

- Tatyana V. Zykova*
Applying Bloom's Taxonomy for Classifying Learning
Outcomes in an Electronic Information and Educational
Environment..... 55
- Elena A. Ostanina, Elena V. Pokolodina*
Assessment of the Digital Footprint of a Participant in Internet
Interactions Using Mathematical Statistics Methods..... 64

СОСТАВ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА журнала «Открытое образование»

Александр Григорьевич Абросимов, д.п.н., проф., профессор кафедры электронной коммерции и управления электронными ресурсами прикладной информатики и информационной безопасности Самарского государственного экономического университета, Самара, Россия

Виктор Константинович Батоврин, д.т.н., проф., заведующий кафедрой информационных систем Московского института радиоэлектроники и автоматики, Москва, Россия

Мария Сергеевна Бережная, д.п.н., проф., профессор кафедры психологии РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Александр Моисеевич Бершадский, д.т.н., проф., заведующий кафедрой систем автоматизированного проектирования Пензенского государственного технического университета, Пенза, Россия

Александр Викторович Бойченко, к.т.н., доцент кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления, директор Научно-исследовательского института «Стратегические информационные технологии» РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Владимир Николаевич Васильев, д.т.н., проф., чл.-корр. РАН, ректор Санкт-Петербургского государственного института точной механики и оптики (технического университета), Санкт-Петербург, Россия

Татьяна Альбертовна Гаврилова, д.т.н., проф., заведующая кафедрой информационных технологий в менеджменте Высшей школы менеджмента, профессор кафедры информационных технологий в менеджменте Санкт-Петербургского Государственного Университета, Санкт-Петербург, Россия

Владимир Васильевич Голенков, д.т.н., проф., заведующий кафедрой интеллектуальных информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, Минск, Республика Беларусь

Елена Георгиевна Гридина, д.т.н., проф., директор информационно-вычислительного центра НИУ «МЭИ», Москва, Россия

Георгий Николаевич Калянов, д.т.н., проф., заведующий лабораторией Института проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, Москва, Россия

Константин Константинович Колин, д.т.н., проф., главный научный сотрудник Института проблем информатики Российской академии наук (ИПИ РАН), Москва, Россия

Виктор Михайлович Курейчик, д.т.н., проф., заместитель руководителя по научной и инновационной деятельности Технологического института Южного федерального университета, Ростов-на-Дону, Россия

Николай Григорьевич Мальшев, д.т.н., проф., чл.-корр. РАН, академик, президент Московского института экономики, менеджмента и права, Москва, Россия

Игорь Витальевич Метлик, д.п.н., заведующий лабораторией развития воспитания и социализации детей Института изучения детства, семьи и воспитания Российской академии образования, Москва, Россия

Геннадий Семенович Осипов, д.ф.-м.н., проф., заместитель директора по научной работе института системного анализа РАН, Москва, Россия

Борис Михайлович Позднеев, д.т.н., проф., проректор по менеджменту качества, заведующий кафедрой информационных систем МГТУ, Москва, Россия

Борис Аронович Позин, д.т.н., ст. науч. с., технический директор ЗАО «ЕС-лизинг», профессор Научного исследовательского университета Высшей школы экономики, Москва, Россия

Галина Валентиновна Рыбина, д.т.н., проф., профессор Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Москва, Россия

Юрий Филиппович Тельнов, д.э.н., проф., заведующий кафедрой прикладных информационных технологий и информационной безопасности РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Владимир Павлович Тихомиров, д.э.н., проф., академик, президент «Евразийского открытого института», президент Международного консорциума «Электронный университет», Москва, Россия

Василий Михайлович Трембач, к.т.н., доцент кафедры 304 Московского авиационного института (Национальный исследовательский университет), Москва, Россия

Владимир Львович Усков, к.т.н., проф., содиректор НИИ по образовательным интернет-технологиям университета Бредли, Пеория, США

Сергей Александрович Щенников, д.пед.н., проф., ректор Международного института менеджмента «Линк», Москва, Россия

THE EDITORIAL BOARD of the journal «Open Education»

Aleksandr G. Abrosimov, Doctorate of Pedagogic Sciences, Professor, Head of the Department of Applied Informatics and Information Security, Samara State University of Economics, Samara, Russia

Viktor K. Batovrin, Doctorate of Engineering Science, Professor, Head of the Department of Information Systems, Moscow Institute of Radio Electronics and Automatics, Moscow, Russia

Mariya S. Berezhnaya, Doctorate of Pedagogic Sciences, Professor, Professor of the Department of Psychology, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Aleksandr M. Bershadskiy, Doctorate of Engineering Science, Professor, Head of the Department of Computer Aided Design, Penza State Technical University, Penza, Russia

Aleksandr V. Boychenko, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor at the Department of Automated Information Processing Systems and Management, Director of Scientific and Research Institute “Strategic Information Technology”, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Vladimir N. Vasil'ev, Doctorate of Engineering Science, Professor, Corresponding member of RAS, Rector of Saint-Petersburg State Institute of Exact Mechanics and Optics (Technical University), Saint-Petersburg, Russia

Tatiana A. Gavrilova, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Head of Information Technologies in Management Department, Graduate School of Management, Saint Petersburg University, Saint Petersburg, Russia

Vladimir V. Golenkov, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department of Intellectual Information Technologies, Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Belarus

Elena G. Gridina, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Director of Information and Computing Center, NRU “MPEI”, Moscow, Russia

Georgiy N. Kalyanov, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department, V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Konstantin K. Kolin, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Chief Researcher of The Institute of Informatics Problems of The Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Viktor M. Kureychik, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Deputy Head for Research and Innovation, Institute of Technology, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Nikolay G. Malyshev, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Corresponding member of RAS, Academician, President of Moscow Witte University, Moscow, Russia

Igor' V. Metlik, Doctorate of Pedagogic Sciences, Professor, Head of the Laboratory of development, education and socialization of children Institute Studies of childhood, family and upbringing, The Russian Academy of Education, Moscow, Russia

Gennadiy S. Osipov, Doctorate of Physico-mathematical Sciences, Professor, Deputy Director of the Research Institute of Systems Analysis, The Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Boris M. Pozdneev, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Vice-Rector for Quality Management, Head of Information Systems, Moscow State University of Technology “STANKIN”, Moscow, Russia

Boris A. Pozin, Doctorate of Engineering Sciences, Senior Researcher, CTO, EC – leasing Company, Professor, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia

Galina V. Rybina, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Professor of the National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia

Yuriy F. Tel'nov, Doctorate of Economics, Professor, Head of the Department of Applied Informatics and Information Security, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Vladimir P. Tikhomirov, Doctorate of Economic Sciences, Professor, Academician, The President of the “Eurasian Open Institute”, The President of the International consortium “Electronic university”, Moscow, Russia

Vasily M. Trembach, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department 304, Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia

Vladimir L. Uskov, PhD in Engineering, Professor, co-director of the Inter-Labs Research Institute of Bradley University, Peoria, USA

Sergey A. Shchennikov, Doctorate of Pedagogic Sciences, Professor, Rector of International Institute of Management “Link”, Moscow, Russia



Искусственный интеллект в преподавании иностранных языков: опыт использования в высшем образовании

В современной педагогике высшей школы наблюдается активное внедрение искусственного интеллекта в образовательный процесс. Отдельные преподаватели, факультеты и целые университеты разрабатывают различные подходы к его активному использованию, от отдельных упражнений до курсов на основе нейросетей. Несмотря на это, многие вопросы остаются спорными и нерешенными. При широком использовании нейросетей и мобильных приложений возникает проблема с их применением для достижения педагогических результатов при недостаточной изученности его влияния на качество языковой подготовки. На этапе активного освоения нового инструмента необходимо обобщать опыт его использования на мировом уровне.

Целью исследования является анализ и классификация современных тенденций применения искусственного интеллекта в преподавании иностранных языков в высшем образовании. Изучение российского и зарубежного опыта сочетания технологий с традиционными методами преподавания дает возможность увидеть целостную картину современных методов в сфере преподавания иностранных языков. Необходимо обозначить преимущества, риски, перспективные направления применения искусственного интеллекта. Систематизация опыта применения новых технологий и введения их в структурированный процесс высшей школы позволит развивать его потенциальные возможности с учетом теоретических и лингводидактических аспектов. При использовании новых инструментов в преподавании необходимо учитывать потенциальные и существующие проблемы для предотвращения нежелательных последствий введения новых направлений в сферу преподавания.

Материалами исследования являются публикации исследований и опыта применения искусственного интеллекта в педагогике высшей школы в рамках преподавания иностранных языков прежде всего в нелингвистических вузах. Важной особенностью материалов является их международный, межнациональный, межкультурный характер. Изучаемые статьи подобраны по тематическому принципу вне зависимости от того, где про-

водилось исследование. Особенно интересным представляется классификация накопленного опыта с точки зрения подходов применения нейросетей.

Методами исследования являются подбор, изучение и системный анализ научных публикаций и практических исследований по определенной тематике, обозначенной в материалах исследования. Сравнительная оценка опыта применения инструментов нейросетей и обобщение педагогического опыта интеграции в учебные программы систематизируют накопленный опыт и позволяют сформулировать стратегии развития.

Результатом исследования является классификация современных тенденций лингводидактики иноязычного образования, систематизация способов оптимизации обучения за счет автоматизации проверки, персонализации заданий и развития коммуникативных навыков в сфере использования иностранных языков с использованием нейросетей и чат-ботов. Помимо классификации эффективного применения инструментов искусственного интеллекта приведена систематизация негативных характеристик и влияний нейросетей, которые требуют контроля достоверности данных, предотвращения плагиата и сохранения роли преподавателя как ключевого участника образовательного процесса.

Заключение. Таким образом, использование нейросетей является сферой обширного изучения в современной высшей школе с разветвленной системой новых подходов и методов. Перспективными направлениями признаны гибридные модели обучения, которые сочетают традиционные методы и современные технологии обучения. Особое внимание уделяется интеграции искусственного интеллекта с возможностями виртуальной реальности, несмотря на то, что в настоящее время использование этой технологии является трудоемкой и громоздкой.

Ключевые слова: английский язык, искусственный интеллект, преподавание иностранных языков, высшее образование, персонализация, чат-боты, нейросети, этические принципы.

Elena N. Polyudova

Russian University of transport, Moscow, Russia

Artificial Intelligence in Teaching Foreign Languages: Application Trends in Higher Education

In modern pedagogy of higher education, there is an active introduction of artificial intelligence into the educational process. Individual instructors, faculties, and entire universities are developing various approaches to its application, ranging from isolated exercises to full courses based on neural networks. Nevertheless, many questions remain controversial and unresolved. With the widespread use of neural networks and mobile applications, challenges arise in leveraging them to achieve pedagogical outcomes, particularly due to insufficient research on their impact on the quality of language training. During this phase of active adoption of new tools, it is essential to synthesize global experiences in their application.

The purpose of this study is to analyze and classify current trends in the use of artificial intelligence in foreign language teaching in higher education. Examining both Russian and international experiences in combining technology with traditional teaching methods provides a comprehensive view of modern approaches in the field of teaching foreign languages. It is necessary to identify the advantages, risks, and promising directions of artificial intelligence implementation. Systematizing the use of new technologies and integrating them into the structured framework of higher education will help unlock their potentials while considering theoretical and linguodidactics aspects. When introducing new tools into teaching, it is necessary to

consider prospective and existing challenges to prevent undesirable consequences in the advancement of new directions in the field of teaching.

The research materials include publications on studies and practical applications of artificial intelligence in higher education pedagogy of foreign languages teaching in non-linguistic universities. A key feature of these materials is their international, multinational, and intercultural context. The selected articles were chosen based on thematic relevance, regardless of where the research was conducted. The classification of accumulated experience from the perspective of neural network application approaches is of particular interest.

The research methods involve the selection, study, and systematic analysis of scientific publications and empirical studies on the specified topic, identified in the research materials. A comparative assessment of neural network tools and the generalization of pedagogical experiences in integrating them into curricula help to systematize accumulated knowledge and formulate development strategies.

The study results in a classification of current trends in the linguodidactics of foreign language education, as well as a

systematization of methods for optimizing learning through automated assessment, personalized tasks, and the development of communicative skills using neural networks and chatbots. In addition to classifying effective artificial intelligence applications, the study outlines negative aspects and influences of neural networks that require data accuracy control, plagiarism prevention, and the preservation of the lecturer's role as a key participant in the educational process.

Conclusion. Thus, the use of neural networks is a widely explored field in modern higher education with a diverse system of new approaches and methods. Hybrid learning models that combine traditional methods with existing educational technologies are recognized as promising directions. Special attention is given to the integration of artificial intelligence with virtual reality capabilities, despite the current labor-intensive and cumbersome nature of this technology.

Keywords: English language, artificial intelligence, foreign language teaching, higher education, personalization, chatbots, neural networks, ethical principles.

Введение

Актуальность исследования

Внедрение искусственно-го интеллекта (ИИ) в образовательный процесс высшей школы является актуальным трендом в последние годы. Возможности ИИ активно изучаются для применения на занятиях различных дисциплин, как технических, так и гуманитарных. Однако, несмотря на широкое распространение инструментов ИИ, включая чат-боты, нейросетевые алгоритмы и адаптивные платформы, их эффективность, этические аспекты применения и оптимальные модели интеграции остаются недостаточно изученными. Особую значимость эти вопросы приобретают в контексте преподавания иностранных языков, где инструменты ИИ активно используются для автоматизации проверки заданий, персонализации обучения и развития языковых компетенций. Актуальность исследования заключается в системном анализе накопленного опыта с классификацией наиболее разрабатываемых направлений на текущий момент. Обобщение эмпирических исследований дает возможность проанализировать накопленный опыт в определенной сфере, в данном случае — в преподавании иностранных языков в высшей

школе. Более того, основываясь на существующем опыте, важно выделить направления развития исследования ИИ, с помощью которых можно существенно повысить качество обучения, так и создать новые вызовы, связанные с академической честностью, достоверностью данных и ролью преподавателя.

Постановка проблемы

На сегодняшний день существует противоречие между активным использованием ИИ в образовании и недостаточной исследованностью его влияния на результаты языковой подготовки студентов. Многие вузы внедряют ИИ-инструменты без четкого понимания их педагогической ценности, что может приводить к поверхностному усвоению материала, снижению мотивации и даже злоупотреблению технологиями в ущерб академическим стандартам. Кроме того, отсутствует систематизированный подход к классификации и оценке различных ИИ-решений, что затрудняет их адаптацию к конкретным учебным задачам. В связи с этим возникает необходимость в комплексном анализе современных тенденций применения ИИ, выявлении его преимуществ и рисков, а также разработке методических рекомендаций для эффективного

и этичного использования технологий в преподавании иностранных языков.

Цель и задачи исследования

Целью данной статьи является анализ современных тенденций применения ИИ в преподавании иностранных языков в высшем образовании и определение дальнейших направлений развития данной сферы педагогической теории и практики.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

1. Провести системный анализ и определить существующие исследования по использованию ИИ-инструментов в сфере преподавания иностранных языков в высшей школе.
2. Создать тематическую классификацию исследований использования ИИ-инструментов в сфере преподавания иностранных языков в высшей школе.
3. На основе проведенного анализа сформулировать перспективные направления развития исследований.

Методология исследования

В процессе работы использовались методы системного анализа научных публикаций 39 источников, опубликованных в 2023–2025 годах, сравнительная оценка ИИ-платформ

и обобщение педагогического опыта их интеграции в учебные программы в языковом образовании высшей школы.

Основные результаты и перспективы

Проведенный анализ позволил выделить основные направления исследований, такие как дидактические возможности ИИ, технологии, наиболее часто используемые в высшем образовании, мировой опыт и сравнительные исследования, а также проблемы и вызовы внедрения ИИ. Классификация ключевых тем применения ИИ включает варианты использования чат-ботов, различные аспекты применения ИИ в лингвистическом образовании и обобщение накопленного опыта. Наибольшую эффективность ИИ демонстрирует в сочетании с традиционными методами преподавания при сохранении ведущей роли преподавателя. Перспективными направлениями признаны гибридные модели обучения и интеграция ИИ с виртуальной реальностью (VR). В то же время подчеркивается необходимость контроля достоверности данных, предотвращения плагиата и соблюдения этических норм.

Таким образом, исследование вносит вклад в развитие теории и методики преподавания иностранных языков, предлагая научно обоснованную классификацию подходов к использованию ИИ в высшей школе.

Современное состояние

Принципы отбора литературы

Поскольку целью данной статьи является анализ современных тенденций применения ИИ в преподавании иностранных языков в высшем образовании, из всего множества работ, посвященных применению ИИ, были

выбраны материалы, относящиеся к указанной тематике. В связи с актуальностью темы и большим количеством исследований необходимо было сформулировать принципы, создающие четкие критерии релевантного отбора. Наибольшую значимость имели работы, непосредственно связанные с лингводидактикой и интеграцией ИИ в высшей школе. Также особое внимание было уделено исследованиям, в которых были приведены мнения о дальнейших направлениях развития данной сферы педагогической теории и практики. Таким образом, разработка и применение принципов отбора позволило сформировать репрезентативную выборку научных работ, обеспечивающую актуальность и достоверность дальнейшего анализа. Последующие разделы статьи будут посвящены систематизации выявленных тенденций и оценке перспектив развития ИИ в лингводидактике высшей школы.

Для подбора источников были определены следующие принципы:

1. Временные рамки, с 2023 по 2025.
2. Тематические ограничения
 - a. высшая школа
 - b. преподавание иностранных языков
3. Географические рамки
 - a. российские исследования
 - b. международные исследования
 - c. исследования на английском языке
4. Методологическая обоснованность
 - a. эмпирические данные
 - b. экспериментальные модели
 - c. апробированные педагогические практики
5. Тип публикации
 - a. рецензируемые научные статьи
 - b. материалы конференций
 - c. монографии, опубликованные в авторитетных изданиях

6. Технологическая релевантность

a. конкретные технологии ИИ, но не общие рассуждения о цифровизации образования

b. ИИ выступает как ключевой компонент педагогического процесса

7. Педагогическая результативность

a. измеримые результаты внедрения ИИ

b. повышение успеваемости

c. скорость усвоения материала,

d. мотивация студентов.

Остановимся более подробно на каждом принципе.

Первый принцип отбора — временные рамки: рассматривались публикации, выпущенные в период с 2023 по 2025 год. Данный хронологический отрезок обусловлен стремительным развитием технологий ИИ, в частности, появлением новых языковых моделей (например, GPT-4, Gemini), что привело к значительным изменениям в методологии преподавания. Включение более ранних работ могло бы привести к анализу устаревших данных, не отражающих текущие технологические возможности.

Второй принцип — тематические ограничения, включающие два ключевых аспекта: высшее образование и преподавание иностранных языков. Это позволило исключить исследования, посвященные школьному или корпоративному обучению, а также работы, фокусирующиеся на ИИ в других дисциплинах (например, в программировании или математике).

Третий принцип — географические рамки, предполагающие рассмотрение как российских, так и международных исследований, опубликованных на английском языке. Такой подход обеспечивает комплексность анализа, позволяя сопоставить отечественные и зарубежные методики. Включение международных публикаций на английском языке

обусловлено их значительным влиянием на глобальные тенденции в образовательных технологиях.

Четвертый принцип — методологическая обоснованность: в обзор включены исследования, основанные на эмпирических данных, экспериментальных моделях или апробированных педагогических практиках. Это позволило исключить теоретические работы, не подкрепленные практическими результатами, а также публикации, содержащие исключительно умозрительные прогнозы. Данный критерий обеспечивает надежность выводов, поскольку опирается на проверенные образовательные технологии.

Пятый принцип — тип публикации: предпочтение отдавалось рецензируемым научным статьям, материалам конференций и монографиям, опубликованным в авторитетных издательствах. Это позволило исключить использование блоговых записей или коммерческих отчетов, которые не соответствуют академическим стандартам. Данный принцип способствует повышению научной строгости исследования.

Шестой — принцип технологической релевантности.

Были отобраны исследования, посвященные конкретным технологиям ИИ, а не общим рассуждениям о цифровизации образования. Это позволило сосредоточиться на работах, где ИИ выступает не просто как вспомогательный инструмент, а как ключевой компонент педагогического процесса. Включенные работы должны были раскрывать применение таких технологий, как обработка естественного языка (NLP), генеративные модели (например, GPT, Gemini), адаптивные обучающие системы, автоматическая оценка письменных и устных ответов, а также интеллектуальные тьюторы.

Седьмой — принцип педагогической результативности.

При отборе учитывались только те исследования, в которых представлены измеримые результаты внедрения ИИ (повышение успеваемости, скорость усвоения материала, мотивация студентов). Это исключило теоретические модели без эмпирической проверки, а также статьи с субъективными оценками. Важным критерием отбора стало наличие в исследованиях количественных или качественных данных, подтверждающих эффективность применения ИИ в образовательном процессе. В обзор включались только работы, содержащие измеримые показатели: улучшение академической успеваемости, скорость усвоения материала, уровень вовлеченности студентов или снижение нагрузки преподавателей, что позволило исключить умозрительные публикации, основанные на гипотезах или субъективных оценках. Особое внимание уделялось долгосрочным проектам с продолжительностью экспериментов не менее одного семестра, что позволило оценить устойчивость педагогического воздействия ИИ.

Использование данных принципов способствовало формированию сбалансированной базы для анализа, сочетающей последние научные достижения с практической значимостью. Многоаспектный подход к отбору литературы является основой для выявления ключевых тенденций, минимизирует риски включения нерепрезентативных данных и способствует детальному рассмотрению интеграции ИИ-технологий в образовательный процесс, что соответствует целям настоящего исследования.

Обзор научной литературы по проблеме

Введение в ИИ в образовании характеризуется формулированием и развитием общих принципов использования ИИ

в обучении в целом. Исследователи, работающие в этом направлении, описывают возможности технологий в различных областях. В данном исследовании рассматриваются работы в сфере преподавания иностранных языков в вузах. Современные исследования применения искусственного ИИ в преподавании иностранных языков демонстрируют растущий интерес к данной тематике как в российской, так и в международной научной среде. Анализ литературы позволяет выделить несколько ключевых направлений: использование чат-ботов и генеративных моделей, адаптивное обучение, автоматическая оценка языковых навыков, этические и методологические вызовы.

Основной целью внедрения ИИ в высшее образование, с точки зрения современных подходов, является более эффективное формирование коммуникативной компетенции студентов. Различные инструменты ИИ позволяют в разнообразной степени моделировать коммуникативные ситуации, решение коммуникативных задач, варьировать регистры общения и стиливое разнообразие общения на иностранном языке. R. Devasena [1] анализирует соотношение традиционных методов преподавания иностранных языков и новых, альтернативных, способов активизации деятельности обучающихся. Рассматривается использование чат-ботов для формирования коммуникативных навыков. О. В. Афанасьева и Ю. А. Гагарин [2], анализируя применение чат-ботов, в частности, ChatGPT, а также машинный перевод с помощью ИИ, отмечают необходимость педагогического сопровождения использования ИИ. В противном случае возникают ситуации бездумного копирования студентами результатов работы ИИ. R. Rusmiyanto et al. [3] пишут о том, что использование ИИ носит преимуще-

ственно тренинговый характер и основывается на комментированном использовании с объяснением со стороны преподавателя. Сгенерированные ChatGPT тексты и диалоги являются эффективным инструментом для создания тематически ориентированных материалов также и в практике русского языка как иностранного, как отмечает Е.В. Рублева [4]. Также есть исследования, посвященные сравнению преподавания английского и латыни. Z.O. Djalilova [5] использует инструменты ИИ для интеграции преподавания этих языков, а также взаимоусиления изучения обоих. Экспериментальная работа преподавателей, их творческий подход и постоянные активные поиски позволяют активизировать работу студентов по определенной профессиональной и грамматической теме, о чем пишут коллеги Dr. Bala Nagendra Prasad и Mr. Billa Jaheer [6]. Для комплексного и активного интегрирования ИИ в учебный процесс и развития коммуникативных компетенций студентов Ю.В. Шуйская и коллеги [7] используют ИИ для организации и проведения дебатов. В исследовании Л.С. Есиной [8] представлен обзор возможных инструментов ИИ для развития коммуникативных навыков студентов. Исследователь отмечает, что все они, в целостности, дают возможность формирования индивидуальной траектории обучения каждого студента. Е.Н. Полюдова [9] рассматривает возможности ИИ более широко: не только как развитие коммуникативных компетенций, но как основу для моделирования лингвистического опыта обучающихся в целом.

Большое внимание уделяется применению чат-ботов на основе ИИ, таких как ChatGPT, для развития коммуникативных навыков. О.В. Афанасьева и Ю.А. Гага-

рин [2] отмечают, что чат-боты способствуют формированию естественного языкового взаимодействия, имитируя реальные диалоги. Однако П.В. Сысоев и Е.В. Филатов [10] указывают на спорные моменты, включая риск формирования некорректных языковых шаблонов. Международные исследования, в частности, М. Aljanabi [11] подчеркивают потенциал генеративного ИИ для создания персонализированных учебных материалов. При этом исследователи, например, J.V. Pavlik [12], предупреждают о необходимости контроля качества генерируемого контента. Технологии ИИ позволяют создавать адаптивные системы, учитывающие индивидуальные особенности студентов. Э.М. Карпович [13] и С.В. Ковальчук с соавторами [14] демонстрируют, что алгоритмы машинного обучения способны анализировать ошибки учащихся и предлагать индивидуальные траектории обучения. Е.Е. Кувшинова [15] обращает внимание на то, что методически разработанные использование ИИ позволяет развивать критическое мышление студентов. Зарубежные работы, в частности, E. Manire et al. [16] и Y. Li et al. [17] подтверждают, что адаптивные платформы повышают мотивацию и успеваемость, особенно в аспектах грамматики и лексики.

Важным направлением является автоматизация проверки письменных и устных работ. Е.В. Рублева [4] и П.В. Сысоев с соавторами [18] анализируют системы автоматической оценки эссе, отмечая их эффективность для рутинных заданий, но ограниченность в оценке творческих работ. Международный опыт, в частности, работы M. Halaweh [19] и L. Law [20], показывает, что ИИ-инструменты сокращают время проверки, но требуют доработки

для анализа сложных лингвистических аспектов.

Многие авторы Е.Н. Иващенко, В.С. Никольский [21] и M.Y. Liu [22] указывают на риски, связанные с некритичным использованием ИИ, включая плагиат и снижение роли преподавателя. Другие исследования, R. Rusmiyanto et al. [3] и S.L. Thorne [23] подчеркивают необходимость разработки педагогических стратегий интеграции ИИ, сочетающих технологические возможности с сохранением академической строгости. Е.А. Максимова и коллеги [24] не только рассматривают вариативность использования ИИ, но и отмечают широту его лингводидактического потенциала.

Работы, например, Е.А. Крыловой [25] и E. Rahman et al. [26] задают направления для будущих изысканий, включая разработку гибридных моделей обучения, сочетающих преимущества ИИ с традиционными педагогическими подходами. Также авторы, например, J.A. Mananay [27], рассматривают развитие использования ИИ не только в контексте эффективности и проблем, но и общих стратегий использования в будущем. Н.С. Доценко [28] обобщает мировой опыт, представляя обзор современных направлений развития преподавания иностранных языков в высшей школе с использованием ИИ. Далее в статье будет более подробно рассмотрено развитие направлений использования ИИ в лингводидактике высшей школы. Общий обзор литературы свидетельствует о значительном потенциале ИИ в лингводидактике, особенно в области персонализации и автоматизации. Однако успешное внедрение технологий требует решения методологических и этических вопросов, а также дальнейших исследований долгосрочного воздействия ИИ на образовательный процесс.

Актуальные направления развития темы «Искусственный интеллект в преподавании иностранных языков».

Проведение системного анализа и последующая классификация существующих исследований по исследованию и использованию ИИ-инструментов в сфере преподавания иностранных языков в высшей школе было проведено в несколько этапов. Первоначально был проведен поиск литературы по обозначенной тематике. Для определения списка источников были использованы семь принципов, сформулированных выше. После этого была проведена систематизация исследований для их классификации. В Таблице 1 представлены результаты анализа 39 российских и зарубежных (англоязычных) статей публикаций 2023–2025 годов. Важно отметить, что ChatGPT-4 стал катализатором исследований: после появления этой продвинутой мощной модели весной 2023 года 70% статей о GenAI опубликованы после 2023 года. В результате анализа тематики исследований были выделены 5 ключевых направлений: дидактические возможности ИИ, использованные технологии, высшее образование, мировой опыт и сравнительные исследования, проблемы и вызовы внедрения ИИ. Как показал статистический анализ доминирующей темой является изучение возможностей технологий на основе ИИ (31.6%). Причем в большей степени интересует потенциал чат-ботов и генеративного ИИ (ChatGPT) как наиболее продуктивной и широко распространенной модели. Второе место занимают дидактические аспекты (23.7%), что подчеркивает интерес к методической интеграции ИИ в образовательный процесс преподавания

Основные направления развития темы «Искусственный интеллект в преподавании иностранных языков»
Main directions of development of the topic “Artificial intelligence in teaching foreign languages”

Направление	Кол-во публикаций	Доля (%)	Примеры источников
1. Дидактические возможности ИИ	12	31.6%	Богатова и Фрезе (2024), Семёнкина и Прусакова (2025)
2. Технологии (чат-боты, GenAI)	9	23.7%	Есина (2024), Law (2024), Aljanabi (2023)
3. Высшее образование	7	18.4%	Крылова (2025), Ковальчук и др. (2023)
4. Мировой опыт и сравнительные исследования	5	13.2%	Доценко (2025), Rahman et al. (2024)
5. Проблемы и вызовы внедрения ИИ	5	13.2%	Yang (2024), Idham et al. (2024)

иностранного языка. Высшее образование (18.4%) – это значимая ниша, где ИИ применяется для автоматизации проверки выполненных заданий и персонализации образования. Мировой опыт и проблемы имеют равный вес (по 13.2%), что отражает растущую дискуссию об этике и глобальных трендах.

Рассмотрим каждое направление более подробно.

1. Дидактические возможности ИИ.

Основной фокус этого направления – конкретные технологические решения на базе ИИ: подавляющее большинство работ, почти треть от общего числа, посвящено, в первую очередь, чат-ботам и генеративному ИИ. Например, в исследовании Л.С. Есиной [8] о внедрении ботов для развития коммуникативных навыков. Использование генеративного ИИ – ChatGPT и аналоги – в работах L. Law [20], M. Aljanabi [11]. Очевидно, что технологии опережают методическое осмысление по объективным причинам: инструменты появляются быстрее, чем преподаватели успевают адаптировать их для обучения. Важно отметить, что педагогическое сообщество активно осваивает новшества, экспериментируя в различных направлениях, фиксируя

и анализируя накапливаемый опыт. С точки зрения практической направленности необходимо отметить, что на данный момент авторы чаще описывают кейсы внедрения, чем теоретические модели. Например, «Generative AI создаёт новые возможности для креативных заданий, но требует контроля достоверности контента» L. Law [20]. С.М. Богатова и О.В. Фрезе [29] пишут о том, что нейросети позволяют адаптировать учебный процесс под индивидуальные потребности учащихся, что значительно повышает эффективность обучения. И.А. Семёнкина и П.В. Прусакова [30] отмечают, что инструменты ИИ трансформируют традиционные методы преподавания, обеспечивая мгновенную обратную связь и персонализацию.

2. Технологии (23,7%).

Ключевыми элементами направления использования технологий являются персонализация обучения через ИИ, например, адаптивные алгоритмы. Как указывают С.М. Богатова и О.В. Фрезе [29], нейросети позволяют адаптировать учебный процесс под индивидуальные потребности учащихся, что положительно влияет и на усвоение материала, и на повышение мотивации обучающихся. Ис-

следователи пишут о формировании языковых компетенций (говорение, письмо) с помощью ИИ. Например, в случае развития говорения и преодоления языкового барьера. Как отмечает Л.С. Есина [8], с помощью чат-ботов можно смоделировать, симитировать естественное общение в учебной среде, что делает их эффективным инструментом для тренировки разговорной речи. Все это создает эффект среды живого общения и моментального отклика на реплики, обеспечивая обратную связь в режиме реального времени не только при взаимодействии с преподавателем. Тем не менее, авторы предупреждают о возможных проблемах при использовании ИИ. Так, L. Law [20], не умаляя, а напротив, позитивно оценивая возможности чат-ботов и других инструментов ИИ для создания творческих заданий и развития креативного мышления, пишет о проблемах контроля достоверности генерируемого контента в контексте сложности его проверки или идентификации. Обобщая спектр использования ИИ, С.В. Титова [31] предлагает комплекс технологических решений для преподавания иностранных языков в высшей школе. Е.А. Елтанская и А.В. Аржановская [32] также суммируют использование ИИ с точки зрения формирующихся педагогических технологий. Тенденции в российских работах акцентируют внимание на лингводидактическое использование нейросетей, в то время как в международных – на возможностях интерактивных платформ. Также наблюдается значительный разрыв между возможностями и практикой: лишь 12% статей предлагают готовые методики интеграции ИИ в учебные планы. Это объяснимо, поскольку процесс понимания дидактического и лингводидактического потенциала ИИ находится в стадии становления. Также это связа-

но с активным развитием и постоянным стремительным обновлением ИИ, его ресурсов, мощности и возможностей.

3. Высшее образование (18,4%).

Основные темы в рамках данного направления - автоматизация проверки работ (эссе, тестов), мотивация студентов через геймификацию и интерактивные задания, подготовка преподавателей к работе с ИИ. Исследователи обозначают проблемы, связанные с риском формализации обучения. Исследователи предупреждают о том, что даже если ИИ упрощает проверку, это может привести к снижению глубины анализа работы или ограниченности ИИ в восприятии работ. ИИ-инструменты в вузах сокращают время проверки, но требуют пересмотра критериев оценки Е.А. Крылова [25]. Отмечается объективная нехватка эмпирических данных, связанная с коротким отрезком времени существования активно применяемого ИИ. Пока рано говорить о долгосрочном эффекте его применения в силу не только времени появления и использования инструментов ИИ, но также и необходимости накопить эмпирический опыт, а также сформировать критерии исследований, их теоретическое обоснование, систему измерения. Именно поэтому только в нескольких статьях рассматривается опыт проведения лонгитюдных исследований.

4. Проблемы и мировой опыт (по 13,2%).

Дискуссионным является вопрос соотношения проблем использования ИИ в контексте мирового опыта. Rahman A. et al. [26] отмечают, что за 2017–2023 годы количество публикаций по ИИ в языковом обучении выросло в 4 раза. Безусловно, стремительный рост внимания к технологии отражает глобальный тренд. Работы ученых Азии отмечают массовое внедрение

ИИ и этические риски его использования в виде плагиата работ в различных форматах, от текстов до презентаций и отчетов. Европейские исследователи делают акцент на регулировании использования ИИ, подчеркивая цифровое неравенство в силу ограниченности доступа некоторых социальных страт или стран к использованию ИИ. Н.С. Доценко [28] пишет о том, что страны Азии лидируют во внедрении ИИ в языковое образование, тогда как Европа делает акцент на этических аспектах. Гибридные модели находятся, в основном, в фокусе внимания исследователей США, анализирующих тенденцию снижения роли преподавателя в учебном процессе.

Тем не менее, главным вызовом в преподавании иностранных языков в глобальном контексте является поиск баланса между инновациями и традиционными педагогическими методами. А. Yang [33] рассматривает феномен педагогической ценности обучения. Для ее сохранения необходимо целенаправленно совмещать традиционные методы и ИИ-технологии, учитывая сильные и слабые стороны обоих направлений. Idham A. Z. et al. [34] уверены, что при всех преимуществах и скорости работы ИИ риск замены преподавателя минимален именно в аспектах непредсказуемости учебного процесса, индивидуальности каждого ученика и студента. Тем не менее, каждый современный преподаватель должен владеть компетенциями использования ИИ в самых широких сферах. М.Г. Евдокимова и Р.Т. Агамалиев [35] всесторонне рассматривают лингводидактический потенциал инструментов ИИ в подробностях как возможностей, так и различных рисков, от достаточно очевидного плагиата до скрытой опасности утечки конфиденциальных данных. Э.М. Карпович [13],

анализируя современное состояние вопроса, подчеркивает значимость технологического развития. Исследователь рассматривает различные сценарии использования ИИ как в образовательной (индивидуализированный подход к обучению, более гибкие и доступные методы изучения), так и в социальной сфере (упрощение выполнения рутинных задач, но и риск сокращения рабочих мест). Будущее в использовании ИИ в образовании Э.М. Карпович видит в сбалансированной трансформации практики образования. Dr. A. Jamal [37] намечает перспективы использования ИИ и в обучении будущих учителей и преподавателей. Использование ИИ в обучении учителей не должно ограничиваться лишь формированием умений пользоваться новыми инструментами. Исследователь отмечает необходимость развивать сферу этических, культурных и социальных вопросов. Возможно, ИИ во многом изменит процесс обучения преподавателей, но его внедрение требует осторожных и обдуманных действий. Исмаилова Е.К. совместно с коллегами [38] представляют целостную систему использования ИИ как общее развивающееся пространство. В этом пространстве, полном неограниченных и еще не до конца исследованных потенциалов, есть множество подводных камней. С.В. Ковальчук и коллеги [38], обсуждая недостатки использования ИИ, при всех его преимуществах, пишут о том, что у нейроинструментов отсутствует способность ориентироваться в контексте обучения. Более того, они лишь откликаются на запрос, но не могут по-настоящему сопереживать обучающимся, мотивировать их к личностному развитию и поощрять критическое мышление. Все их возможности ограничены существующей, хоть и массивной, но базой данных.

Однако если говорить в масштабе целостного восприятия, как рассматривают ситуацию Н.Г. Кондрахина и О.Н. Петрова [39], активное освоение ИИ предоставляет не только новые возможности, но и уже существующую новую реальность со своими недостатками, лакунами, потенциалами, активно формирующимися правилами и тенденциями развития.

Подводя итоги, можно сказать, что доминирующими темами являются изучение возможностей технологий на основе ИИ и обучающий потенциал чат-ботов и генеративного ИИ, их интеграция в образовательный процесс. В рамках высшего образования важными являются возможности автоматизации проверки и персонализации обучения. Обсуждение проблем в масштабах мирового опыта отражает растущую дискуссию об этике и глобальных трендах. Данные показывают, что исследования сфокусированы на практическом применении ИИ. И если на данном этапе происходит накопление эмпирического опыта, то в дальнейшем возможно появление большего числа работ о педагогических рисках и долгосрочных эффектах использования ИИ в образовательном процессе.

Итак, можно отметить технологический уклон в исследованиях, которые носят в целом прикладной характер, прорабатывая использование инновационных технологий в различных сферах и направлениях. Однако вопрос о создании фундаментальных работ о влиянии ИИ на когнитивные процессы остро стоит в научно-методическом сообществе и требует дальнейших исследований. Важно обозначить и региональные различия в использовании и разработке ИИ. В России это, в основном, чат-боты и нейросети, в странах Западной Европы и США – генеративный ИИ и этические проблемы, в странах

Азии – масштабирование решений в рамках определенных дисциплин и сфер применения. Недостаточное внимание уделяется вопросу подготовке педагогов: только 5% статей предлагают программы переподготовки и формирования профессиональных педагогических компетенций. Таким образом, исследования развиваются в пространстве поиска баланса между автоматизацией и педагогикой, использованием ИИ и традиционными формами обучения.

Тематическая классификация исследований использования ИИ-инструментов в сфере преподавания иностранных языков в высшей школе

Следующим этапом анализа исследований использования ИИ в преподавании ИЯ в высшей школе является их тематическая систематизация. Таблица 2 дает обобщенное представление об исследованиях применения ИИ в настоящее время и их тематической классификации.

Автором были проанализированы тематические тенденции в изучении ИИ в сфере преподавания иностранных языков в высшей школе. На основе тематического анализа статей были выявлены три основных темы исследований: применение ИИ в лингвистическом высшем образовании в его различных аспектах, обобщение опыта на уровне анализа глобальных тенденций. Особой темой, при всей многочисленности других, стало применение чат-ботов как одного из наиболее эффективных ресурсов для данной сферы лингводидактики. Диаграмма 1 демонстрирует классификацию исследований по трем основным темам: использование ИИ в высшей школе (62%), обобщение опыта (20%) и работа с чат-ботами (18%). Каждая из этих тем является частью вышеуказанных направлений развития исследований. Целью

Классификация тематических исследований использования ИИ в сфере преподавания ИЯ в высшем образовании

Classification of case studies on the use of artificial intelligence in the field of teaching foreign languages in higher education

Инструмент ИИ	Кол-во работ	Исследователи	Цель исследования
Чат-боты	7	1. Афанасьева О. В., Гагарин Ю. А. (2023) 2. Rusmiyanto R., Huriati N., Fitriani N., Tyas N., Rofi'i A., & Sari M. (2023) 3. Сысоев П. В., Филатов Е. М. (2023) 4. Aljanabi M. (2023) 5. Ming Yang Liu (2023) 6. Halaweh M. (2023) 7. Есина Л. С. (2024)	Коммуникативная компетенция Плюсы и минусы Будущее Ответственное использование Технологии обучения языку
ИИ в лингвистическом образовании	24	1. Ивахненко Е. Н., Никольский В. С. (2023) 2. Максимова Е. А., Никитина Г. А., Шилова С. А. (2023) 3. Евдокимова М. Г., Агамалиев Р. Т. (2023) 4. Исмаилова Е. К., Канон И. А., Невская П. В. (2023) 5. Devasena R. (2024) 6. Jalilova Z. O. (2024) 7. Карпович Э. М. (2023) 8. Ковальчук С. В., Тараненко И. А., Устинова М. Б. (2023) 9. Рублева Е. В. (2023) 10. Шуйская Ю. В., Дроздова Е. А., Мыльцева М. В. (2023) 11. Dr. Afya Jamal (2023) 12. Dr. Bala Nagendra Prasad, Mr. Billa Jaheer (2023) 13. Pavlik J. V. (2023) 14. Manire E., Kilag O. K., Cordova Jr. N., Tan S. J., Poligrates J., & Omaжа E. (2023) 15. Богатова С. М., Фрезе О. В. (2023) 16. Елтанская Е. А., Аржановская А. В. (2024) 17. Есина Л. С. (2024) 18. Кондрахина Н. Г., Петрова О. Н. (2024) 19. Кувшинова Е. Е. (2024) 20. Thorne S. L. (2024) 21. Yang A. (2024) 22. Крылова Е. А. (2025) 23. Сысоев П. В., Филатов Е. М., Сорокин Д. О. (2024) 24. Титова С. В. (2024)	Потенциал Угроза или ресурс Тенденции Применение Дебаты Обучение учителей Обучение инженеров Обучение журналистов Преподавание английского языка Обратная связь Технологические решения
Обобщение опыта	8	1. Idham A. Z., Rauf W., Rajab A. (2024) 2. Law L. (2024) 3. Rahman A., Raj A., Tomy P. et al. (2024) 4. Li Y., Zhou X., Chiu Th. K.F. (2024) 5. Liu H., Li Y., Luo W. (2024) 6. Mananay J. A. (2024) 7. Доценко Н. С. (2025) 8. Семёнкина И. А., Прусакова П. В. (2025)	Трансформирующее влияние ИИ: проблемы и возможности Обзор литературы Систематизированное ревью Анализ использования ИИ в преподавании иностранных языков Мировые тенденции Теоретический обзор

данной классификации является выделение ключевых тем исследований как для анализа уже существующих, так и для их перспективного планирования.

Обсуждение результатов и пример эффективности

Проведенный анализ публикаций 2023–2025 гг. подтверждает, что ИИ активно трансформирует преподавание

иностранного языка в высшей школе. Ключевые результаты исследования включают:

– Персонализацию обучения (адаптивные платформы, чат-боты), повышающую мотивацию студентов.

– Автоматизацию рутинных процессов (проверка заданий, генерация упражнений), что освобождает время преподавателя.

– Развитие коммуникативных навыков через интерактивные диалоги с ИИ.

Инструменты ИИ, такие как ChatGPT, Duolingo, Grammarly и чат-боты, активно применяются для развития языковых навыков. Тем не менее, подробно обозначаются и анализируются проблемы, связанные с использованием ИИ: риски плагиата, недостоверности



Диаграмма 1. Тематическая классификация исследований использования ИИ в преподавании ИЯ в высшей школе

Diagram 1. Thematic classification of studies on the use of artificial intelligence in teaching foreign languages in higher education

данных и этические дилеммы, которые требуют регулирования. Использование и активное расширение в применении кейсов происходит в виде успешных экспериментов (например, чат-боты в СГУ), что подтверждает эффективность ИИ. Одним из примеров эффективности является исследование Ковальчук и др. (2023) по внедрению ИИ-платформы для проверки эссе в МГУ им. М. В. Ломоносова. ИИ-платформа сократила время оценки на 40%, а персонализированные рекомендации повысили успеваемость на 15%. Однако выявлены и ограничения: в 22% случаев ИИ некорректно оценивал сложные грамматические конструкции, что подчеркивает необходимость контроля со стороны преподавателя. Исследователи и практики рассматривают различные направления в перспективном использовании ИИ: Интеграция с VR, адаптивное обучение и улучшение NLP-технологий.

Перспективные направления развития исследований

На основе проведенного анализа сформулированы перспективные направления развития исследований. Для дальнейшего развития представляется необходимым со-

средоточиться на нескольких приоритетных задачах. Первоочередной является необходимость проведения лонгитюдных исследований долгосрочного влияния ИИ на качество языковой подготовки, что позволит получить достоверные данные об эффективности различных моделей интеграции. Не менее важной задачей становится разработка универсальных этических стандартов и методических рекомендаций по использованию ИИ в языковом образовании, которые могли бы стать основой для нормативного регулирования. Практический интерес представляет разработка пилотных проектов по внедрению VR/ИИ-систем в учебный процесс с последующей комплексной оценкой их эффективности, включая не только академические результаты, но и психолого-педагогические аспекты воздействия на обучающихся.

Также рекомендуется рассмотреть работы, которые будут развивать сформулированные темы. Так, необходимо более подробно изучить опыт использования генеративного ИИ, поскольку это самая популярная подкатегория. Например, ChatGPT, являясь одним из наиболее продуктивных

и продвинутых инструментов, может быть рассмотрен как инструмент для развития различных видов речевой деятельности. Другим рекомендованным направлением исследований является более подробное сравнение российских и зарубежных публикаций. В первых, как показывает проведенное исследование, чаще обсуждаются чат-боты, в зарубежных – GenAI. Безусловно, это связано с условиями доступа к ресурсам, но это тоже может стать важной частью компаративного анализа. Ресурсным направлением может стать выделение в опыте работы кросс-категорий, которые представлены в публикациях, но не обобщены в едином научно-методическом пространстве. Например, проблемы внедрения ИИ в высшей школе. Необходимо разрабатывать методические руководства по интеграции ИИ на основе успешных кейсов или вариантов применения. Важным остается вопрос изучения долгосрочного влияния ИИ на качество образования. Перспективным может стать направление создания международных стандартов для этичного использования технологий, регулирования их использования в учебном и контрольном процессе. Предполагаемые направления развития демонстрируют необходимость междисциплинарных исследований на стыке педагогики, лингводидактики, психологии, IT и когнитивистики. Также необходимо рассмотреть данные процессов в рамках философских онтологических, аксиологических и культурологических сфер обобщения мирового опыта.

Таким образом, проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что искусственный интеллект представляет собой мощный инструмент модернизации языкового образования, потенциал которого может быть

реализован только при условии соблюдения принципа разумного баланса между технологическими инновациями и традиционными педагогическими ценностями. Будучи современной и динамичной областью, он требует междисциплинарного подхода и постоянной адаптации методик. Ключевым фактором успешной интеграции становится сохранение ведущей роли преподавателя как организатора и куратора образовательного процесса, что особенно важно в контексте формирования не только языковых, но и критических когнитивных навыков у студентов. Дальнейшее развитие данного направления видится в создании комплексных методик, объединяющих технологические возможности ИИ с проверенными временем дидактическими подходами, что в перспективе сможет обеспечить качественно новый уровень преподавания иностранных языков в высшей школе.

Результаты исследования и обсуждение

Проведенный анализ современных исследований (2023–2025 гг.) позволяет констатировать, что искусственный интеллект стал значимым фактором трансформации преподавания иностранных языков в высшей школе. На основании систематизации данных можно выделить три ключевых направления влияния ИИ на образовательный процесс. Во-первых, это персонализация обучения через адаптивные платформы и чат-боты, что подтверждается повышением мотивации студентов. Во-вторых, автоматизация рутинных процессов, таких как проверка заданий и генерация упражнений, что позволяет высвободить время преподавателя. В-третьих, развитие коммуникативных навыков через организацию ин-

рактивного взаимодействия на иностранном языке.

Однако выявленные преимущества сопровождаются существенными ограничениями, требующими научного осмысления и методических решений. Так, в 22% случаев, по данным Ивахненко и Никольского (2023), ИИ-системы демонстрируют некорректную оценку сложных грамматических конструкций, что подчеркивает необходимость сохранения контролирующей роли преподавателя. Этические аспекты, включая проблемы академической честности и защиты персональных данных, остаются наиболее дискуссионными, как показано в работах Halaweh (2023) и Thorne (2024). Особого внимания заслуживает выявленная в исследованиях Богатовой и Фрезе (2024) тенденция к дегуманизации образовательного процесса при чрезмерном увлечении технологическими решениями. Практическое применение ИИ в преподавании иностранных языков требует взвешенного подхода, основанного на принципе дополнения, а не замены традиционных педагогических методик. Наиболее перспективными представляются гибридные модели обучения, сочетающие, например, использование ChatGPT для тренировки диалогов с последующим их анализом и коррекцией в аудитории под руководством преподавателя. Автоматизированные системы проверки письменных работ типа Grammarly или DeepL могут существенно повысить эффективность обратной связи, но требуют обязательной экспертной валидации. Особый интерес вызывают разработки в области VR-технологий, где, по данным Liu (2024) и Yang (2024), создание виртуальных языковых сред с ИИ-персонажами открывает новые возможности для формирования коммуникативной компетенции.

Техническая реализация интеграции ИИ в образовательный процесс должна учитывать несколько критически важных аспектов. Во-первых, это вопрос достоверности генерируемого контента, решение которого требует разработки специализированных фильтров и алгоритмов верификации, таких как FactCheckGPT, упомянутый в исследованиях Rahman et al. (2024). Во-вторых, проблема совместимости ИИ-инструментов с существующими LMS-платформами (Moodle, Blackboard), что предполагает необходимость создания унифицированных API-интерфейсов. В-третьих, важнейшим условием успешной интеграции становится подготовка преподавательского состава, включающая как техническое обучение работе с ИИ-инструментами, так и методическую переориентацию на новые формы педагогического взаимодействия.

Авторский вклад данного исследования заключается в систематизации современных тенденций применения ИИ в преподавании иностранных языков с выделением трех основных векторов развития. Первый вектор связан с классификацией инструментов (чат-боты, генеративные ИИ, адаптивные системы) и анализом их дидактического потенциала. Второй вектор охватывает выявление рисков и разработку модели «преподаватель как куратор ИИ», обеспечивающей баланс между технологическими инновациями и педагогическим контролем. Третий вектор направлен на определение перспектив развития, среди которых особого внимания заслуживают гибридные модели обучения, эмоциональный ИИ (с анализом интонационных и паралингвистических характеристик речи) и создание нормативной базы для этичного использования технологий в образовании.

Результаты исследования показывают, что ИИ способен оптимизировать процесс обучения ИЯ за счет автоматизации проверки, персонализации заданий и развития коммуникативных навыков. Инструменты ИИ позволяют автоматизировать обратную связь по произношению, грамматике и лексике, давая студентам возможность учиться в своем темпе и фокусироваться на обла-

стях, требующих наибольшей поддержки. Персонализированные траектории обучения, основанные на потребностях и стилях обучения, делают процесс более привлекательным и эффективным. Чат-боты на основе ИИ создают возможности для практики разговорных навыков в безопасной среде. Однако использование ИИ требует внимания к точности данных, предотвращению плагиата

и сохранению роли преподавателя как ключевого участника образовательного процесса. Важно обеспечить надежность контента, сгенерированного ИИ, и разработать стратегии для выявления и предотвращения академической нечестности. Человеческий элемент обучения, включая персонализированную поддержку, мотивацию и понимание культуры, остается незаменимым.

Литература

1. Devasena R. Artificial Intelligence in Education: An Alternative to Traditional Learning // *Journal of English Language Teaching*. 2024. Т. 66. № 1. С. 13–21.

2. Афанасьева О.В., Гагарин Ю.А. Особенности применения чат-ботов с искусственным интеллектом для формирования коммуникативной компетенции на иностранном языке // *Вестник ТГУ*. 2023. № 1. С. 107–112.

3. Rusmiyanto R., Huriati N., Fitriani N., Tyas N., Rofi'i A., & Sari M. The Role Of Artificial Intelligence (AI) In Developing English Language Learner's Communication Skills // *Journal on Education*. 2023. № 6 (1). С. 750–757.

4. Рублева Е.В. Искусственный интеллект в практике преподавания РКИ // *Международная научно-практическая конференция «РКИ: Лингвометодическая образовательная платформа»* (Белгород, 26 мая 2023). Белгород: Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 2023. С. 188–190.

5. Djalilova Z.O. Advancing pedagogical approaches: leveraging artificial intelligence technologies to enhance the integration of English and Latin language instructional methods // *Central Asian Journal of Multidisciplinary Research and Management Studies*. 2024. Т. 1. № 2. С. 19–23.

6. Dr. Bala Nagendra Prasad, Mr. Billa Jaheer. The Use of AI (Artificial Intelligence) in English Learning among Engineering Students: A Case Study // *International Journal of English Learning & Teaching Skills*. 2023. Т. 5. № 4. С. 3500–3508.

7. Шуйская Ю.В., Дроздова Е.А., Мильцева М.В. Привлечение нейросетей к проведению дебатов на иностранном языке на продвинутом этапе его изучения // *МНКО*. 2023. № 2 (99). С. 216–218.

8. Есина Л.С. Внедрение чат-ботов в преподавание и изучение иностранных языков // *Мир науки, культуры, образования*. 2024. № 2 (105). С. 201–204.

9. Полюдова Е.Н. Возможности искусственного интеллекта в развитии лингвистических компетенций студентов неязыковых вузов //

XI Московский юридический форум (XXIV Международная научно-практическая конференция) «Формирование многополярного мира: вызовы и перспективы». М.: Издательский центр Университета имени О.Е. Кутафина (МГЮА), 2024. С. 352–357.

10. Сысоев П.В., Филатов Е.М. Чат-боты в обучении иностранному языку: преимущества и спорные вопросы // *Вестник ТГУ*. 2023. № 1.

11. Aljanabi M. ChatGPT: Future Directions and Open possibilities // *Mesopotamian Journal of Cyber Security*. 2023. P. 16–17.

12. Pavlik J. V. Collaborating With ChatGPT: Considering the Implications of Generative Artificial Intelligence for Journalism and Media Education // *Journalism & Mass Communication Educator*. 2023. № 78 (1). С. 84–93.

13. Карпович Э. М. Применение искусственного интеллекта в обучении иностранным языкам // *Филологический аспект: международный научно-практический журнал*. Серия: Методика преподавания языка и литературы. 2023. № 04 (21).

14. Ковальчук С.В., Тараненко И.А., Устинова М.Б. Применение искусственного интеллекта для обучения иностранному языку в вузе [Электрон. ресурс] // *Современные проблемы науки и образования*. 2023. № 6. Режим доступа: <https://science-education.ru/pdf/2023/6/33000.pdf>.

15. Кувшинова Е.Е. Применение искусственного интеллекта в обучении иностранному языку // *Гуманитарий Юга России*. 2024. Т. 13. № 2. С. 75–84.

16. Manire E., Kilag O.K., Cordova Jr.N., Tan S.J., Poligrates J., & Omaña E. Artificial Intelligence and English Language Learning: A Systematic Review // *Excellencia: International Multidisciplinary Journal of Education*. 2023. № 1 (5). С. 485–497.

17. Li Y., Zhou X., Chiu Th. K.F. Systematics review on artificial intelligence chatbots and ChatGPT for language learning and research from self-determination theory (SDT): what are the roles of teachers? // *Interactive Learning Environments*. 2024. Т. 33. № 3. С. 1850–1864.

18. Сысоев П.В., Филатов Е.М., Сорокин Д.О. Обратная связь в обучении иностранному языку: от информационных технологий к искусственному интеллекту // *Язык и культура*. 2024. № 65. С. 242–261.

19. Halaweh M. ChatGPT in education: Strategies for responsible implementation // *Contemporary – Educational Technology*. 2023. Т. 15. № 2.

20. Law L. Application of generative artificial intelligence (GenAI) in language teaching and learning: A scoping literature review // *Computers and Education Open*. 2024. Т. 6. С. 100174.

21. Ивахненко Е.Н., Никольский В.С. ChatGPT в высшем образовании и науке: угроза или ценный ресурс? // *Высшее образование в России*. 2023. № 4. С. 9–22.

22. Liu H., Li Y., Luo W. Artificial Intelligence in English Language Teaching: CiteSpace-based Visualisation and Analysis // *Proceedings of the 3rd International Conference on Education, Language and Art (ICELA 2023)*. 2024. С. 120–131.

23. Thorne S.L. Generative artificial intelligence, co-evolution, and language education // *The Modern Language Journal*. 2024. Т. 108. № 2. С. 567–572.

24. Максимова Е.А., Никитина Г.А., Шилова С.А. Реализация лингводидактического потенциала методов искусственного интеллекта // *Известия Саратовского университета Новая серия. Серия Акмеология образования. Психология развития*. 2023. № 2 (46). С. 114–122.

25. Крылова Е.А. Использование технологий искусственного интеллекта в преподавании иностранных языков в высшей школе // *Вестник Томского государственного педагогического университета*. 2025. № 2 (238). С. 105–115.

26. Rahman A., Raj A., Tomy P. et al. A comprehensive bibliometric and content analysis of artificial intelligence in language learning: tracing between the years 2017 and 2023 // *Artificial Intelligence Review*. 2024. Т. 57. № 4. С. 107.

27. Mananay J.A. Integrating Artificial Intelligence (AI) in Language Teaching: Effectiveness, Challenges, and Strategies // *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*. 2024. Т. 23. № 9. С. 361–382.

28. Доценко Н.С. Мировой опыт применения искусственного интеллекта в преподавании иностранных языков // *Мир науки, культуры, образования*. 2025. № 2 (111). С. 73–75.

29. Богатова С.М., Фрезе О.В. Дидактические возможности нейросетей в обучении ино-

странным языкам // *Современное педагогическое образование*. 2024. № 3. С. 187–192.

30. Семёнкина И.А., Прусакова П.В. Применение инструментов искусственного интеллекта в преподавании иностранного языка: теоретический обзор // *Philology. Issues of Theory and Practice*. 2025. Т. 18. № 1. С. 384–392.

31. Титова С.В. Технологические решения на базе искусственного интеллекта в обучении иностранным языкам // *Вестник Московского университета. Серия 19. Лингвистика и межкультурная коммуникация*. 2024. № 2. С. 18–37.

32. Елтанская Е.А., Аржановская А.В. Технологии применения искусственного интеллекта в обучении иностранному языку // *Мир науки, культуры, образования*. 2024. № 1 (104). С. 43–46.

33. Yang A. Challenges and Opportunities for Foreign Language Teachers in the Era of Artificial Intelligence // *International Journal of Education and Humanities*. 2024. Т. 4. № 1. С. 39–50.

34. Idham A.Z., Rauf W., Rajab A. Navigating the Transformative Impact of Artificial Intelligence on English Language Teaching: Exploring Challenges and Opportunities // *Jurnal Edukasi Saintifik*. 2024. Т. 4. № 1. С. 8–14.

35. Евдокимова М.Г., Агамалиев Р.Т. Лингводидактический потенциал систем искусственного интеллекта // *ЭСГИ*. 2023. № 2 (38). С. 173–191.

36. Исмаилова Е.К., Канон И.А., Невская П.В. Тенденции преподавания иностранных языков с появлением искусственных интеллектуальных систем (нейросетей) // *Казанская наука*. 2023. № 8. С. 17–19.

37. Ковальчук С.В., Тараненко И.А., Устинова М.Б. Применение искусственного интеллекта для обучения иностранному языку в вузе [Электрон. ресурс] // *Современные проблемы науки и образования*. 2023. № 6. Режим доступа: <https://s.science-education.ru/pdf/2023/6/33000.pdf>.

38. Dr. Afiya Jamal. The Role of Artificial Intelligence (AI) In Teacher Education: Opportunities & Challenges // *International Journal of Research and Analytical Reviews (IJRAR)*. 2023. Т. 10. № 1. С. 139–146.

39. Кондрахина Н.Г., Петрова О.Н. Использование возможностей искусственного интеллекта для преподавания иностранных языков: новая реальность // *Мир науки, культуры, образования*. 2024. № 1 (104). С. 360–363.

References

1. Devasena R. Artificial Intelligence in Education: An Alternative to Traditional Learning. *Journal of English Language Teaching*. 2024; 66; 1: 13-21.

2. Afanas'yeva O.V., Gagarin Yu.A. Features of the use of chatbots with artificial intelligence for

the formation of communicative competence in a foreign language. *Vestnik TGU = Bulletin of TSU*. 2023; 1: 107-112. (In Russ.)

3. Rusmiyanto R., Huriati N., Fitriani N., Tyas N., Rofi'i A., & Sari M. The Role Of Artificial Intelligence (AI) In Developing English Language

- Learner's Communication Skills. *Journal on Education*. 2023; 6(1): 750-757.
4. Rubleva Ye.V. Artificial intelligence in the practice of teaching RFL. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «RKI: Lingvometodicheskaya obrazovatel'naya platforma» = International scientific and practical conference «RFL: Lingvometodological educational platform»* (Belgorod, May 26, 2023). Belgorod: Belgorod State National Research University; 2023: 188-190. (In Russ.)
 5. Djalilova Z.O. Advancing pedagogical approaches: leveraging artificial intelligence technologies to enhance the integration of English and Latin language instructional methods. *Central Asian Journal of Multidisciplinary Research and Management Studies*. 2024; 1; 2: 19-23.
 6. Dr. Bala Nagendra Prasad, Mr. Billa Jaheer. The Use of AI (Artificial Intelligence) in English Learning among Engineering Students: A Case Study. *International Journal of English Learning & Teaching Skills*. 2023; 5; 4: 3500-3508.
 7. Shuyskaya Yu.V., Drozdova Ye.A., Myl'tseva M.V. Involvement of neural networks in conducting debates in a foreign language at an advanced stage of its study. *MNKO*. 2023; 2(99): 216-218. (In Russ.)
 8. Yesina L.S. Implementation of chatbots in the teaching and learning of foreign languages. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya = The world of science, culture, education*. 2024; 2(105): 201-204. (In Russ.)
 9. Polyudova Ye.N. Possibilities of artificial intelligence in the development of linguistic competencies of students of non-linguistic universities. *XI Moskovskiy yuridicheskij forum (XXIV Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya) «Formirovaniye mnogopolyarnogo mira: vyzovy i perspektivy» = XI Moscow Law Forum (XXIV International Scientific and Practical Conference) «Formation of a Multipolar World: Challenges and Prospects»*. Moscow: Publishing Center of the O.E. Lomonosov University. *Kutafina (MSAL)*; 2024: 352-357. (In Russ.)
 10. Sysoyev P.V., Filatov Ye.M. Chatbots in foreign language teaching: advantages and controversial issues. *Vestnik TGU = Bulletin of TSU*. 2023; 1. (In Russ.)
 11. Aljanabi M. ChatGPT: Future Directions and Open possibilities. *Mesopotamian Journal of Cyber Security*. 2023: 16-17.
 12. Pavlik J.V. Collaborating With ChatGPT: Considering the Implications of Generative Artificial Intelligence for Journalism and Media Education. *Journalism & Mass Communication Educator*. 2023; 78(1): 84-93.
 13. Karpovich E.M. Application of artificial intelligence in teaching foreign languages. *Filologicheskij aspekt: mezhdunarodnyy nauchno-prakticheskij zhurnal. Seriya: Metodika prepodavaniya yazyka i literatury = Philological aspect: international scientific and practical journal. Series: Methods of teaching language and literature*. 2023: 04(21). (In Russ.)
 14. Koval'chuk S.V., Taranenko I.A., Ustinova M.B. Application of artificial intelligence for teaching a foreign language at a university [Internet]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education*. 2023; 6. Available from: <https://s.science-education.ru/pdf/2023/6/33000.pdf>. (In Russ.)
 15. Kuvshinova Ye.Ye. Application of artificial intelligence in teaching a foreign language. *Gumanitarniy Yuga Rossii = Humanitarian of the South of Russia*. 2024; 13; 2: 75-84. (In Russ.)
 16. Manire E., Kilag O.K., Cordova Jr.N., Tan S.J., Poligrates J., & Omaña E. Artificial Intelligence and English Language Learning: A Systematic Review. *Excellencia: International Multi-Disciplinary Journal of Education*. 2023; 1(5): 485-497.
 17. Li Y., Zhou X., Chiu Th. K.F. Systematics review on artificial intelligence chatbots and ChatGPT for language learning and research from self-determination theory (SDT): what are the roles of teachers? *Interactive Learning Environments*. 2024; 33; 3: 1850-1864.
 18. Sysoyev P.V., Filatov Ye.M., Sorokin D.O. Feedback in teaching a foreign language: from information technology to artificial intelligence. *Yazyk i kul'tura = Language and Culture*. 2024; 65: 242-261. (In Russ.)
 19. Halaweh M. ChatGPT in education: Strategies for responsible implementation. *Contemporary – Educational Technology*. 2023; 15: 2.
 20. Law L. Application of generative artificial intelligence (GenAI) in language teaching and learning: A scoping literature review. *Computers and Education Open*. 2024; 6: 100174.
 21. Ivakhnenko Ye.N., Nikol'skiy V. S. ChatGPT in Higher Education and Science: A Threat or a Valuable Resource? *Vyssheye obrazovaniye v Rossii = Higher Education in Russia*. 2023; 4: 9-22. (In Russ.)
 22. Liu H., Li Y., Luo W. Artificial Intelligence in English Language Teaching: CiteSpace-based Visualisation and Analysis. *Proceedings of the 3rd International Conference on Education, Language and Art (ICELA 2023)*. 2024: 120-131.
 23. Thorne S. L. Generative artificial intelligence, co-evolution, and language education. *The Modern Language Journal*. 2024; 108; 2: 567-572.
 24. Maksimova Ye.A., Nikitina G.A., Shilova S. A Implementation of the linguodidactic potential of artificial intelligence methods. *Izvestiya Saratovskogo universiteta Novaya seriya. Seriya Akmeologiya obrazovaniya. Psikhologiya razvitiya = Bulletin of the Saratov University New Series. Series Acmeology of Education. Developmental Psychology*. 2023; 2(46): 114-122. (In Russ.)
 25. Krylova Ye.A. Use of artificial intelligence technologies in teaching foreign languages in higher

education. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta = Bulletin of Tomsk State Pedagogical University. 2025; 2(238): 105-115. (In Russ.)

26. Rahman A., Raj A., Tomy P. et al. A comprehensive bibliometric and content analysis of artificial intelligence in language learning: tracing between the years 2017 and 2023. Artificial Intelligence Review. 2024; 57; 4: 107.

27. Mananay J.A. Integrating Artificial Intelligence (AI) in Language Teaching: Effectiveness, Challenges, and Strategies. International Journal of Learning, Teaching and Educational Research. 2024; 23; 9: 361-382.

28. Dotsenko N.S. World experience of using artificial intelligence in teaching foreign languages. Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya = The world of science, culture, education. 2025; 2(111): 73-75. (In Russ.)

29. Bogatova S.M., Freze O.V. Didactic capabilities of neural networks in teaching foreign languages. Sovremennoye pedagogicheskoye obrazovaniye = Modern pedagogical education. 2024; 3: 187-192. (In Russ.)

30. Semonkina I.A., Prusakova P.V. Application of artificial intelligence tools in teaching a foreign language: a theoretical review. Philology. Issues of Theory and Practice = Philology. Issues of Theory and Practice. 2025; 18; 1: 384-392. (In Russ.)

31. Titova S.V. Technological solutions based on artificial intelligence in teaching foreign languages. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 19. Lingvistika i mezhkul'turnaya kommunikatsiya = Bulletin of Moscow University. Series 19. Linguistics and intercultural communication. 2024; 2: 18-37. (In Russ.)

32. Yeltanskaya Ye.A., Arzhanovskaya A.V. Technologies for using artificial intelligence in

teaching a foreign language. Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya = The world of science, culture, education. 2024; 1(104): 43-46. (In Russ.)

33. Yang A. Challenges and Opportunities for Foreign Language Teachers in the Era of Artificial Intelligence. International Journal of Education and Humanities. 2024; 4; 1: 39-50.

34. Idham A.Z., Rauf W., Rajab A. Navigating the Transformative Impact of Artificial Intelligence on English Language Teaching: Exploring Challenges and Opportunities. Jurnal Edukasi Saintifik. 2024; 4; 1: 8-14.

35. Yevdokimova M.G., Agamaliyev R.T. Lingvodidactic potential of artificial intelligence systems. ESGI. 2023; 2(38): 173-191. (In Russ.)

36. Ismailova Ye.K., Kanon I.A., Nevskaya P.V. Trends in Teaching Foreign Languages with the Advent of Artificial Intelligent Systems (Neural Networks). Kazanskaya nauka = Kazan Science. 2023; 8:17-19. (In Russ.)

37. Koval'chuk S.V., Taranenko I.A., Ustinova M.B. Application of Artificial Intelligence for Teaching a Foreign Language at a University [Internet]. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya = Modern Problems of Science and Education. 2023; 6. Available from: <https://s.science-education.ru/pdf/2023/6/33000.pdf>.

38. Dr. Afiya Jamal. The Role Of Artificial Intelligence (AI) In Teacher Education: Opportunities & Challenges. International Journal of Research and Analytical Reviews (IJRAR). 2023; 10; 1: 139-146.

39. Kondrakhina N.G., Petrova O.N. Using the capabilities of artificial intelligence for teaching foreign languages: a new reality. Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya = The world of science, culture, education. 2024; 1(104): 360-363. (In Russ.)

Сведения об авторе

Елена Николаевна Полюдова

К.п.н., заведующий кафедрой

«Иностранный язык»

Российский университет транспорта,

Москва, Россия

Эл. почта: info@rut-miit.ru

Information about the author

Elena N. Polyudova

Cand. Sci. (Pedagogical),

Head of the Department of Foreign Language

Russian University of Transport,

Moscow, Russia

E-mail: info@rut-miit.ru

Виртуальная реальность: практика встраивания в образовательный процесс

Целью исследования является анализ практик использования VR-технологий для поиска новых моделей организации учебного процесса. Современные технологии виртуальной реальности открывают новые возможности для трансформации образования, обеспечивая интерактивное и иммерсивное обучение. В данной работе рассматриваются практические аспекты интеграции VR в образовательный процесс, реализованные на практике. В статье рассматривается возможность использования технологии виртуальной реальности в системе высшего образования. Обсуждается возможность расширения образовательного пространства за счет внедрения нового инструментария, который существенно меняет роль преподавателя в условиях цифровой трансформации.

Материалы и методы. В работе использованы два основных метода: библиометрический и теоретический анализ. Была осуществлена выборка статей из базы Dimensions.ai для анализа публикационной активности по ключевым словам. При исследовании эффективности VR-обучения был проведен анализ существующих педагогических методик, применяемых в высшей школе, с выделением ключевых факторов, влияющих на усвоение материала. На основе синтеза исследований в области когнитивной психологии и цифровой дидактики разработана модель адаптивного VR-обучения, учитывающая индивидуальные когнитивные возможности студентов.

Результаты. Авторы обращают внимание не только на преимущества VR-технологий в повышении мотивации и вовлеченности студентов, но и возможные проблемы, которые влияют на психофизиологическое состояние обучающихся. Исследование показало, что масштабирование технологий виртуальной реальности в образовании сталкивается со сложностями трех видов: технологическими, психологическими и дидактическими. Технологические сложности включают

в себя ограничения, связанные с аппаратным и программным обеспечением, такие как высокая стоимость оборудования, недостаточная производительность для массового внедрения и отсутствие унифицированных платформ для создания и воспроизведения образовательного контента. Психологические аспекты охватывают проблемы адаптации пользователей, включая когнитивную перегрузку, возникновение киберболезни и общее сопротивление новым технологиям из-за недостаточной уверенности в их эффективности. Дидактические трудности проявляются в отсутствии методически обоснованных подходов к интеграции VR в учебный процесс, что выражается в несоответствии контента педагогическим задачам, недостаточной проработанности интерактивных механик и дефиците стандартизированных методов оценки результативности VR-обучения. В качестве ключевых мер по преодолению указанных барьеров исследование выделяет необходимость разработки стандартов для образовательного VR-контента, подразумевающих унификацию форматов, методов оценки качества и принципов интерактивного взаимодействия, а также повышение уровня технической грамотности преподавателей.

Заключение. В результате анализа успешных кейсов, реализованных в различных университетах, автором систематизированы модели организации учебного процесса с использованием VR-технологий. Рассмотренные вопросы могут стать основой для разработки стандартов VR-обучения, создания адаптивных образовательных программ и рекомендаций для педагогов и разработчиков EdTech.

Ключевые слова: виртуальная реальность, иммерсивное обучение, образовательные технологии, теория двойного кодирования, модели обучения.

Albina Kh. Shelepaeva

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

Virtual Reality: the Practice of Embedding in the Educational Process

The purpose of the study is to analyze the practices of using virtual reality (VR) technologies to find new models for organizing the educational process. Modern VR technologies open up new opportunities for transforming education by providing interactive and immersive learning. This paper examines the practical aspects of integrating VR into the educational process, implemented in practice. The article considers the possibility of using virtual reality technologies in the higher education system and substantiates the possibility of expanding the educational space through the introduction of new tools that significantly change the role of teachers in the context of digital transformation.

Materials and methods. Two main methods are used in the paper: bibliometric and theoretical analysis. A selection of articles was carried out from the Dimensions.ai database to analyze the publication activity by keywords. In the study of the effectiveness of VR-learning, an analysis of existing pedagogical methods used in higher education was carried out, highlighting the key factors influencing the assimilation of the material. Based on the synthesis of research in the field of cognitive psychology and digital didactics, a model of adaptive VR learning has been developed taking into account the individual cognitive capabilities of students.

The results. The authors draw attention not only to the advantages of VR technologies in increasing students' motivation and engagement, but also to possible problems that affect the psychophysiological state of students. The study showed that scaling virtual reality technologies in education faces three types of difficulties: technological, psychological and didactic. Technological difficulties include limitations related to hardware and software, such as the high cost of hardware, insufficient performance for mass adoption, and the lack of unified platforms for creating and reproducing educational content. Psychological aspects cover the problems of user adaptation, including cognitive overload, the emergence of cyber-diseases and general resistance to new technologies due to lack of confidence in their effectiveness. Didactic difficulties are manifested in the absence of methodically sound approaches to integrating VR into the educational process, which is reflected in the inconsistency of content with pedagogical tasks, insufficient elaboration of interactive mechanics, and a lack of standardized methods for evaluating the effectiveness of VR learning. As key measures to overcome these barriers, the study highlights the need to develop standards for educational VR

content, implying the unification of formats, quality assessment methods and principles of interactive communication, as well as improving the level of technical literacy of teachers.

Conclusion. As a result of the analysis of successful cases implemented at various universities, the author systematized models of the organization of the educational process using VR technologies. These

issues can become the basis for the development of VR learning standards, the creation of adaptive educational programs and recommendations for teachers and EdTech developers.

Keywords: virtual reality, immersive learning, educational technologies, dual coding theory, learning models.

Введение

Цифровая трансформация системы образования — один из ключевых трендов XXI века, радикально меняющий традиционные подходы к обучению. Под влиянием стремительного развития информационных технологий, искусственного интеллекта, виртуальной и дополненной реальности, образовательная среда переживает фундаментальные изменения. Эти процессы ускорились после пандемии коронавируса, когда цифровые инструменты стали не просто вспомогательными, а необходимыми для обеспечения непрерывности обучения.

Современные технологии позволяют преодолеть географические и социальные барьеры, обеспечивая доступ к качественному образованию для миллионов людей. Однако цифровая трансформация — это не просто внедрение новых инструментов, а комплексный процесс, затрагивающий педагогические методики и технологии, управление образовательными учреждениями и даже философию обучения.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью анализа эффективности цифровых реформ и поиска оптимальных моделей их реализации. В условиях глобальной конкуренции за знания и кадры, цифровая трансформация становится критически важным фактором развития образовательных систем будущего. Среди всех цифровых решений виртуальная реальность в системе образования используется не в полной мере, с одной стороны, из-за дороговизны его гарнитур, с другой — из-за отсутствия понимания в необ-

ходимости масштабных исследований результатов влияния на когнитивные возможности человека.

Анализ поиска количества русскоязычных публикаций с использованием ключевой фразы «Использование виртуальной реальности в образовании» в базе Dimensions.ai показал не очень высокий интерес к рассматриваемой проблематике. Резкий интерес к цифровым решениям возник в ковидный период (рис. 1) и наблюдается тенденция к снижению результатов исследования.

Отбор публикаций, содержащих ключевую фра-

зу «the use of virtual reality in education», выявляет выраженную динамику роста в англоязычном научном дискурсе (рис. 2). Анализ библиометрических данных свидетельствует об устойчивой положительной динамике увеличения количества соответствующих исследований, что отражает растущий интерес академического сообщества к применению технологий виртуальной реальности в образовательной сфере.

Современное образование сталкивается с необходимостью адаптации к цифровой реальности, где традиционные методы обучения уступают

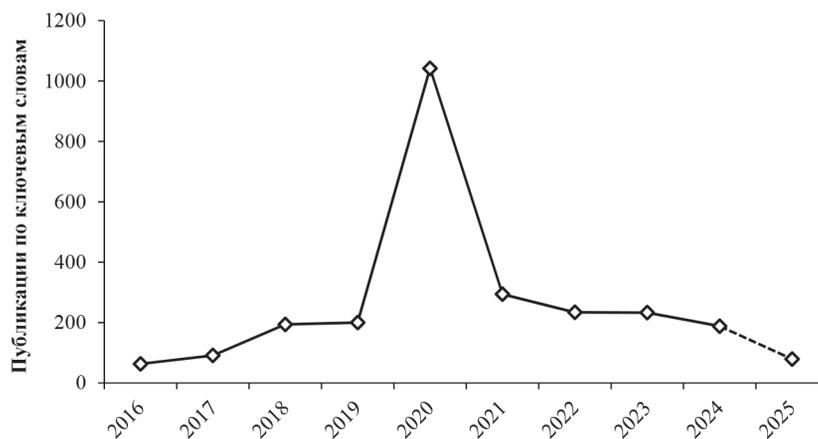


Рис. 1. Количество публикаций в русскоязычном сегменте
Fig.1. Number of publications in the Russian-speaking segment

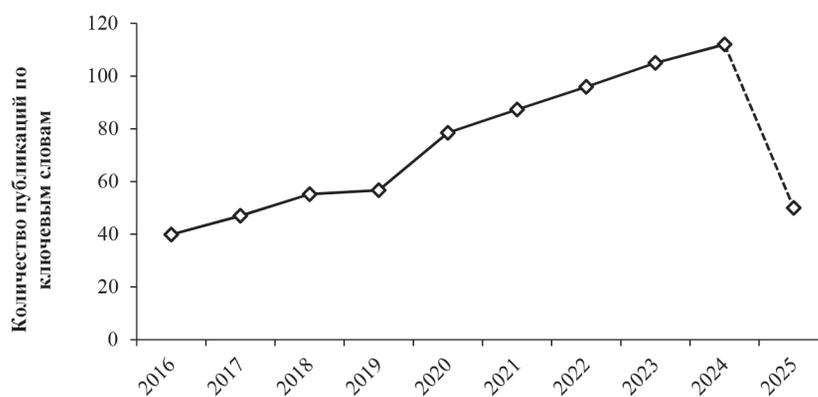


Рис. 2. Количество публикаций в мире
Fig.2. The number of publications in the world

место интерактивным и иммерсивным технологиям. Виртуальная реальность (VR) предоставляет уникальные возможности для создания симуляционных сред, способствующих активному вовлечению студентов в образовательный процесс и повышению эффективности усвоения учебного материала.

Несмотря на растущее количество публикаций, посвящённых VR в образовании (как показал анализ динамики англоязычных и русскоязычных исследований), остаются малоизученными следующие вопросы:

- как интегрировать VR в учебный процесс;
- каковы критерии эффективности таких технологий в разных дисциплинах;
- какие организационные модели обеспечивают устойчивое применение VR в образовательных учреждениях.

Школы и вузы активно внедряют VR-оборудование, но отсутствие разработанных методик интеграции в образовательный процесс и результатов исследований по влиянию VR-гаджетов на психофизиологическое состояние обучающихся создает массу проблем. Преподаватели нуждаются в методических рекомендациях по разработке VR-контента и его включению в программы. Также существует дефицит исследований, сравнивающих когнитивные эффекты VR-обучения с традиционными методами.

Данное исследование преследует двуединую цель: во-первых, провести систематизацию актуальных подходов, а во-вторых, предложить организационные модели обучения. Эти разработки призваны послужить фундаментом для:

- Формирования нормативной базы в области VR-обучения.
- Проектирования гибких образовательных траекторий, учитывающих индивидуальные потребности обучающихся.

– Разработки методических пособий для преподавателей и специалистов в области образовательных технологий.

Особый акцент делается на создании практико-ориентированных решений, которые смогут:

1. Унифицировать процессы внедрения VR в образовательный процесс.
2. Оптимизировать взаимодействие между всеми участниками образовательной экосистемы.
3. Обеспечить преемственность между теоретическими разработками и их практической реализацией.

Таким образом, работа выходит за рамки традиционного аналитического обзора, предлагая конкретные инструменты для модернизации образовательного процесса с использованием технологий виртуальной реальности.

Таким образом, актуальность исследования обусловлена научным интересом к механизмам влияния VR на обучение и практической потребностью в эффективных решениях для цифровой трансформации образования.

Виртуальная реальность: теория и практика внедрения в образовании

В 1971 году канадский психолог Аллен Пайвио (Allan Paivio) предложил теорию двойного кодирования. Согласно данной теории, человеческая память обрабатывает информацию с использованием двух отдельных, но взаимосвязанных систем. Вербальная память формируется за счёт словесно-языковых структур, а визуально-образная – благодаря иконически-пространственной, то есть опирается на зрительные образы. Если информация кодируется одновременно в обеих системах, она запоминается эффективнее, чем при использовании лишь одной из них [1].

Теория двойного кодирования идеально подошла для продвижения идеи использования виртуальной реальности в систему образования, т.к. удачно сочетает в себе:

- визуальные образы (3D-модели, анимацию, пространственную навигацию);
- аудиовербальные элементы (озвучивание, текстовые подсказки, инструкции);
- кинестетическую обратную связь (интерактивность, тактильные ощущения в VR).

Первый эксперимент был проведен в конце 80-х годов прошлого столетия двумя учеными Ричардом Майером (Mayer, R.E.) и Ричардом Андерсоном (Anderson, R.B.) В эксперименте участвовали 102 студента. Их разделили на три группы, которым показали работу велосипедного насоса, единственное отличие было в том, что одни прослушали описание до демонстрации анимации, другие – во время демонстрации, а третьей группе пришлось смотреть без словесного сопровождения. Наилучшие показания по уровню усвоения показала группа, которая прослушала описание в процессе просмотра [2].

Аналогичный эксперимент был проведен на факультете психологии в Уорикском университете (англ. The University of Warwick), находящемся в г. Ковентри, графства Уэст-Мидлендс, Великобритания. В рамках исследования была сформирована выборка, состоящая из 99 участников, которые были разделены случайным образом в три экспериментальные группы. Каждая из групп проходила обучение с использованием различных методик, таких как:

- *традиционный метод*, основанный на работе с печатным учебником;
- *интерактивное обучение* с применением технологий виртуальной реальности (VR);
- *пассивное восприятие материала* посредством просмотра

тра видеоконтента без выполнения активных действий.

Учебный материал во всех группах был идентичным и касался темы строения растительной клетки, однако форма его подачи варьировалась в зависимости от метода обучения.

Результаты исследования продемонстрировали, что когнитивная продуктивность (уровень усвоения материала) оказалась статистически сопоставимой в группах, использовавших традиционный учебник и VR-технологии. Однако применение иммерсивных технологий виртуальной реальности способствовало повышению уровня запоминания учебного материала по сравнению с другими методами.

Кроме того, на основании данных самооценочных шкал было установлено, что использование VR-гаджетов сопровождалось более высокими показателями позитивного эмоционального состояния обучающихся, а также снижением уровня негативных переживаний в сравнении с альтернативными формами обучения [3].

Аналогичные исследования были проведены рядом других авторов, однако они различались как по объёму выборки, так и по содержанию учебного материала. Несмотря на это, полученные результаты в целом согласуются с выводами данного эксперимента, указывая на то, что высокий уровень иммерсивности способствует повышению мотивации обучающихся [4, 5].

Тем не менее, несмотря на наблюдаемую тенденцию, эмпирических данных, однозначно подтверждающих или опровергающих данную гипотезу, недостаточно для весомых утверждений. Это связано с тем, что в большинстве подобных исследований акцент делается на субъективные методы оценивания (например, самоотчеты и анкетирование), что может ограничивать объективность выводов.

Таким образом, хотя предварительные данные свидетельствуют о потенциальном влиянии иммерсивных технологий на учебную мотивацию, для более точных выводов необходимы дальнейшие исследования с применением стандартизированных объективных метрик и контролируемых экспериментальных условий для контроля когнитивной нагрузки [6].

Поэтому особой ценностью обладают результаты исследований, которые позволили использовать электроэнцефалограмму активности головного мозга в процессе обучения [7]. Эксперимент показал, что уровень вовлеченности растет при использовании VR-технологий, но мало влияет на результативность обучения, т.е. новизна гаджета повышает интерес и только.

Аналогичные результаты были получены в процессе корпоративного обучения с применением технологий виртуальной реальности. Авторы исследования подтверждают их эффективность в контексте межкультурных тренингов, демонстрируя значительный потенциал для развития межкультурных компетенций. Наибольшая эффективность VR наблюдается в тех случаях, когда тренинг направлен на развитие концептуального и пространственного понимания, а также на усиление эмоциональной вовлеченности (включая уровень удовольствия от процесса обучения) и повышение самооэффективности участников. В то же время, воздействие VR на усвоение фактических знаний остается статистически незначимым по сравнению с традиционными методами обучения [8].

Кроме того, посттренинговые оценки демонстрируют, что участники VR-обучения склонны оценивать свой учебный опыт как более продуктивный в сравнении с группой, прошедшей стандартный

видео-тренинг [9]. В частности, фиксируются более высокие показатели:

- по уровню субъективных ощущений полезности обучения;

- оценке личной и организационной релевантности, т.е. субъективного восприятия сотрудниками полезности и значимости учебного контента для их профессиональной деятельности и целей компании;

- дальнейших намерений по применению полученных навыков.

Работы, анализирующие негативные аспекты влияния виртуальной реальности, незначительны, но они есть. Влияние длительного использования смартфонов с гарнитурами виртуальной реальности были проанализированы китайскими коллегами. В эксперименте участвовало 58 человек, которые играли в виртуальных шлемах, в течение 2-х часов в разные дни. Оценивали объективные и субъективные показатели. В первом случае, измеряли зрительные параметры (рефракцию, аккомодацию, конвергенцию, стереоскопическое зрение и выравнивание глаз), во втором случае, с помощью опросников анализировались субъективные ощущения [10].

Результаты исследования показали, что способность фокусировки (рефракция) не изменилась, но остальные параметры ухудшились. Умение менять фокус с дальних объектов на близкие снизилось, и чем выше была реакция на смену, тем худшие результаты были показаны. При этом такая быстрая перестройка приводила к большей утомляемости. В качестве субъективных показателей можно выделить возникновение сухости глаз, головокружения и т.д. Это означает, что при использовании различных гарнитур виртуальной действительности необходимо учитывать все параметры влияния, как психофизиоло-

гические состояния, так и результативность обучения. Что должно превалировать, большой вопрос, на который должны ответить специалисты разных направлений.

При проведении социологических исследований среди участников образовательного процесса в системе высшего образования были выявлены ключевые барьеры, препятствующие успешной интеграции виртуальной реальности (VR) в учебные программы [11]. Согласно полученным данным, наиболее значимым фактором, ограничивающим внедрение VR-технологий, является дефицит финансового обеспечения, на который указали представители свыше 60% образовательных организаций. Этот системный недостаток ресурсного обеспечения создает существенные препятствия для закупки необходимого оборудования, разработки специализированного программного обеспечения и обеспечения технической поддержки.

Вторым по распространенности фактором, отмеченным 45% респондентов, выступает отсутствие разработанных педагогических методик, адаптированных под образовательные задачи с использованием VR [12]. Данная проблема свидетельствует о недостаточной теоретической и методической проработке вопросов интеграции иммерсивных технологий в учебный процесс, что требует дополнительных исследований в области цифровой дидактики и создания соответствующих методических рекомендаций [13].

Кроме того, около 38% опрошенных выделили технические сложности, связанные с адаптацией VR-контента для различных аппаратных платформ и операционных сред [14]. Несовместимость форматов, необходимость оптимизации производительности и обеспечения кросс-платформенной стабильности рабо-

ты приложений формируют дополнительные барьеры для масштабирования технологической виртуальной реальности в образовательных учреждениях. Эти данные указывают на необходимость развития стандартизации в области образовательного VR-контента, а также повышения уровня технической компетентности преподавательского состава.

Практика использования виртуальной реальности в образовании

В рамках данного исследования представляется избыточным подробно рассматривать многообразие методологических подходов к определению понятия «виртуальная реальность». Согласно сложившемуся в современной научной литературе консенсусу, виртуальная реальность (VR) представляет собой технологическую платформу, генерирующую полностью синтезированную цифровую среду, которая за счет мультисенсорного воздействия (визуального, аудиального, тактильного) и применения специализированных интерфейсов (таких как иммерсивные шлемы, контроллеры с обратной связью) вызывает у пользователя эффект полного погружения, субъективно воспринимаемого как аутентичная реальность.

Принципиальное отличие VR от смежной технологии дополненной реальности (AR) заключается в ее тотальном характере — вместо наложения цифровых объектов на физическое окружение, VR осуществляет полную замену материальной среды компьютерно-генерируемым пространством, что предполагает временное исключение пользователя из контекста объективной реальности. Этот фундаментальный признак лежит в основе большинства классификаций иммерсивных технологий и определяет специфику

их образовательного применения.

Резкий интерес к использованию иммерсивных интерактивных сред сформировался в период пандемии, когда у студентов обучающихся онлайн резко пропал интерес и возникла необходимость «усилить студенческую вовлеченность и имитировать физическое взаимодействие» [15, стр. 15]. Но развитие технологий VR не ограничивается мотивационной составляющей. Анализ многообразия сфер применения технологий виртуальной реальности показал, что современные исследования охватывают комплексный междисциплинарный подход, включающий три ключевых аспекта:

— **технологический:** предполагает изучение аппаратно-программных решений, обеспечивающих создание, передачу и отображение иммерсивной среды. Сюда входят вопросы повышения точности трекинга (отслеживания положения реального объекта в виртуальной среде), снижения латентности (времени задержки между реальным движением и его отображением), оптимизации графического рендеринга (процесса преобразования 3x-мерного изображения в 2x-мерный) и разработки интерфейсов взаимодействия;

— **психологический:** связан с исследованием когнитивных и эмоциональных эффектов VR, включая влияние иммерсивных сред на восприятие, внимание, память и психофизиологическое состояние пользователей. Особое внимание уделяется проблемам киберболезни (cybersickness), негативному влиянию на зрение, адаптации сознания к виртуальной среде и долгосрочным последствиям использования VR;

— **дидактический:** фокусируется на методологии внедрения VR в образовательные процессы. Исследуются эффективность усвоения инфор-

мации в иммерсивной среде, проектирование интерактивных обучающих сценариев, а также сравнительный анализ VR-методов с традиционными педагогическими подходами.

Результаты исследования показывают, что виртуальная и дополненная реальности (VR/AR) активно внедряются в системе высшего образования. Особую активность проявляют вузы технической и медицинской направленности [16]. Например, при обучении студентов, будущих авиаторов, используют для усвоения теоретического материала трехмерные интерактивные модели двигателей, систем управления и т.д., практические навыки отрабатывают на виртуальных симуляторах полетов, чтобы они могли почувствовать себя за штурвалов воздушного судна [17]. В данном случае используют готовые разработки, существующие на рынке.

В Национальном исследовательском университете ИТМО, в рамках подготовки специалистов в области информационных технологий реализована методика разработки интерактивных VR-приложений и проектов, ориентированных на решение прикладных задач. Данные образовательные практики демонстрируют формирование нового подхода в инженерной подготовке, где акцент смещается от традиционных методов проектирования к иммерсивным технологиям, позволяющим осуществлять более наглядное и эффективное освоение сложных технических концепций. Особенностью подобных методик является их междисциплинарный характер, сочетающий технические аспекты проектирования с современными цифровыми технологиями, что соответствует актуальным тенденциям развития инженерного образования в условиях цифровой трансформации промышленности. При этом отмечается вариативность в реализации подоб-

ных программ, обусловленная как спецификой вузов, так и особенностями используемого программного обеспечения, что в целом способствует формированию разнообразного образовательного ландшафта в области VR-технологий в российском высшем образовании.

В Пекине было проведено сравнительное исследование влияния VR-технологий на академическую успеваемость, в рамках которого контрольная группа осваивала учебный материал традиционным способом, тогда как экспериментальная группа использовала иммерсивные VR-решения. Последующее тестирование выявило статистически значимое преимущество VR-группы – уровень усвоения материала составил 93% против 73% в контрольной выборке. Более того, отсроченное тестирование, проведенное через две недели, подтвердило более высокую степень сохранности знаний и глубину понимания предметной области у учащихся, обучавшихся с применением VR.

Инновационные возможности виртуальной реальности также нашли отражение в международном исследовательском проекте 2018 года, реализованном совместно студентами-антропологами Кембриджского университета и учащимися из Восточного Китая. Используя платформу Rumii (разработка компании Doghead), участники смогли совместно изучать символику древнеегипетских гробниц на плато Гиза, находясь в разных географических локациях, без физического присутствия на территории археологического памятника. В рамках виртуальной среды были воссозданы трехмерные модели исследуемых объектов, а взаимодействие между участниками осуществлялось посредством аватаров, что открыло новые перспективы для дистанционных форм научно-исследовательской работы.

Параллельно с академиче-

скими исследованиями коммерческие корпорации активно развивают прикладные VR-решения в сфере культурного наследия. Так, корпорация Google реализует масштабный проект по созданию виртуальных туров по знаковым достопримечательностям мира. В конце 2019 года был запущен иммерсивный тур по Версальскому дворцу, для цифровой реконструкции которого было использовано 132 000 фотографий высокого разрешения. В рамках данной инициативы также доступны виртуальные экскурсии по таким объектам, как Большой театр в Москве и Букингемский дворец в Лондоне, при этом динамика развития проекта свидетельствует о постоянном расширении географического и тематического охвата. Эти примеры иллюстрируют растущую интеграцию VR-технологий как в образовательные практики, так и в сферу сохранения и популяризации культурного наследия.

В российской высшей школе наблюдается активная интеграция технологий виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности в образовательный процесс, что демонстрирует формирование новой парадигмы цифрового обучения. Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова реализует масштабный проект по созданию виртуальных лабораторий, ориентированных на проведение экспериментов и моделирование процессов в области физики и наук об окружающей среде. Данная инициатива приобретает особую значимость в контексте международного сотрудничества – в рамках соглашения с Университетом Султана Кабуса (Оман) планируется трансфер технологий и обмен методическими работами, что свидетельствует о признании российского опыта на международном уровне [18].

Параллельно в отечествен-

ных вузах наблюдается активное внедрение специализированных VR-тренажеров, адаптированных под конкретные профессиональные области: в Московском физико-техническом институте разработаны авиационные симуляторы, Казанский федеральный университет реализует программы подготовки с использованием нефтегазовых тренажеров, Сеченовский университет применяет VR-технологии в медицинском образовании, а Дальневосточный федеральный университет – в морских специальностях. Особого внимания заслуживает развитие лингвистических VR-сред, создающих эффект погружения в языковую среду, а также виртуальных экскурсий, расширяющих возможности изучения культурного и исторического наследия.

В Финансовом университете при Правительстве РФ реализуется образовательная программа «Психология виртуальной среды и медиапространства». С помощью виртуальной и дополненной реальности студенты изучают психологические феномены, обучаются использовать цифровые решения для исследования психолингвистических аспектов виртуальной коммуникации и нейропсихологических механизмов поведения человека в Интернет-среде [19].

Подобное разнообразие применения VR-технологий отражает их универсальный потенциал в образовании, позволяя адаптировать цифровые решения, как для фундаментальных научных исследований, так и для прикладных профессиональных задач. При этом отмечается, что развитие данного направления происходит не изолированно, а в рамках международного сотрудничества и межвузовского обмена опытом, что способствует формированию единого образовательного пространства с учетом лучших мировых практик.

Модели организации учебного процесса с использованием VR-технологий

Современные тенденции цифровизации образования способствуют активному внедрению виртуальной реальности (VR) в учебный процесс, что открывает новые возможности для интерактивного и иммерсивного обучения. VR-технологии позволяют моделировать сложные среды, симулировать профессиональные ситуации и обеспечивать глубокое погружение в изучаемый материал, что способствует повышению мотивации и эффективности усвоения знаний. Результат анализа различных практик позволил выделить модели интеграции VR в образовательный процесс.

1. Модель виртуальных лабораторий и симуляций

Данная модель предполагает использование VR для создания виртуальных лабораторий, в которых обучающиеся могут проводить эксперименты, отрабатывать практические навыки и исследовать сложные процессы без риска для оборудования или собственной безопасности. Особенно актуальна такая модель в естественно-научных и инженерных дисциплинах (физика, химия, медицина, инженерия), где традиционные лабораторные работы требуют значительных ресурсов. Использование виртуальных лабораторий и симуляций позволяет снизить затраты на оборудование и материалы, дают возможность многократного повторения экспериментов и обеспечивают безопасность при работе с опасными веществами или процессами.

2. Модель виртуальных образовательных сред

Эта модель основана на создании иммерсивных пространств, имитирующих реальные или фантазийные условия (исторические эпохи,

космические объекты, микро- и макромиры). Она активно применяется в гуманитарных науках (история, география, искусствоведение), позволяя учащимся «путешествовать» во времени и пространстве. В качестве основных возможностей можно отметить повышение наглядности и эмоциональной вовлеченности, развитие пространственного мышления, возможность изучения труднодоступных мест и явлений.

3. Модель VR-тренажеров профессиональной деятельности

Используется преимущественно в профессиональном образовании для отработки практических навыков в условиях, приближенных к реальным (медицинские операции, управление транспортными средствами, промышленные технологии). VR-тренажеры позволяют формировать компетенции без риска ошибок, критичных в реальной практике. Использование тренажеров позволяет задавать различные уровни сложности, получать мгновенную обратную связь и отрабатывать нестандартные ситуации.

4. Модель смешанного обучения (Blended Learning with VR)

Комбинирует традиционные формы обучения с VR-элементами, где виртуальная реальность дополняет, но не заменяет полностью очное взаимодействие. Например, лекционный материал может сопровождаться VR-демонстрациями, а групповые обсуждения – проходить в виртуальных аудиториях. Реализация смешанного формата повышает гибкость образовательного процесса, способствует слиянию преимуществ онлайн- и офлайн-форматов, персонализации обучения.

5. Модель социального VR-обучения

Предполагает использование многопользовательских VR-платформ, где обучающиеся взаимодействуют друг с другом и преподавателем в вирту-

альном пространстве. Такая модель способствует развитию коммуникативных навыков и командной работы в цифровой среде. Основными преимуществами являются: преодоление географических ограничений; развитие цифровых soft skills, другими словами, гибких навыков, таких как, креативность, коммуникативность, лидерские качества и т.д.; интерактивность групповых форм работы.

Согласно результатам исследований, проведённых Т. Чиу, данная модель является самой эффективной и должна придерживаться трех ключевых принципов [20]:

– Во-первых, требуется формирование пространства для социального взаимодействия между обучающимися и преподавателями, а также внутри студенческого сообщества, что способствует развитию у участников чувства принадлежности к учебному коллективу.

– Во-вторых, важным аспектом является предоставление студентам возможности свободного выражения эмоций в процессе обучения.

– В-третьих, автором подчёркивается необходимость соблюдения подхода, при котором акцент смещается с оценочных процедур в сторону собственно учебной деятельности, что отражено в принципе «больше учить, меньше оценивать».

Заключение

Интеграция технологий виртуальной реальности в образовательную практику

представляет собой сложный многоаспектный процесс, требующий фундаментального методологического обоснования и тщательной педагогической верификации. Проведенный анализ существующих моделей внедрения VR демонстрирует их существенный дидактический потенциал, проявляющийся в повышении эффективности усвоения знаний, развитии практических навыков и формировании комплексных профессиональных компетенций. Однако для полной реализации этого потенциала необходимо проведение дальнейших междисциплинарных исследований, направленных на всестороннюю оценку когнитивных механизмов восприятия и обработки информации в иммерсивных средах, а также на выявление оптимальных параметров их дидактического применения. Особую значимость приобретает изучение психофизиологических аспектов взаимодействия пользователя с VR-средами, включая анализ когнитивной нагрузки, особенностей пространственного мышления и долговременного запоминания информации в условиях виртуального погружения.

Перспективы развития виртуальной реальности как научно-прикладного направления определяются необходимостью комплексного синтеза технологических инноваций, результатов психологических исследований и современных педагогических методик. Такой интегративный подход позволит не только оптимизировать существующие образователь-

ные практики, но и разработать принципиально новые модели обучения, учитывающие специфику восприятия информации в цифровых средах. Особое внимание должно быть уделено созданию унифицированных методологических рамок, обеспечивающих научную обоснованность и воспроизводимость результатов применения VR-технологий в различных предметных областях. При этом ключевым фактором успешной реализации образовательных VR-решений становится учет как технологических возможностей (качество визуализации, степень интерактивности, точность тактильной обратной связи), так и психолого-педагогических аспектов (возрастные особенности обучающихся, специфика учебных дисциплин, оптимальная продолжительность VR-сессий и т.д.).

Таким образом, дальнейшее развитие образовательных VR-технологий должно осуществляться в рамках системного подхода, объединяющего достижения компьютерных наук, когнитивной психологии и современной дидактики. Это позволит не только максимально реализовать потенциал виртуальной реальности как мощного инструмента трансформации образовательного процесса, но и обеспечить научную обоснованность принимаемых методических решений, что в конечном итоге будет способствовать повышению качества подготовки специалистов в различных профессиональных областях.

Литература

1. James M. Clark, Allan Paivio. Dual coding theory and education // *Educational Psychology Review*. 1991. № 3 (3). С. 149–210. DOI: 10.1007/BF01320076.
2. Mayer R. E., Anderson R. B. Animations need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis // *Journal of Educational Psychology*. 1991. № 83 (4). С. 484–490. DOI: 10.1037/0022-0663.83.4.484.

3. Allcoat D., Mühlenen A. Learning in virtual reality: Effects on performance, emotion and engagement // *Computers & Education*. 2018. № (26). С. 2140. DOI: 10.25304/rlt.v26.2140.

4. Корнилов Ю. В., Попов А.А. VR-технологии в образовании: опыт, обзор инструментов и перспективы применения // *Инновации в образовании*. 2018. № 8. С. 117–129.

5. Natale A.F., Repetto C., Riva G., Villani D. Immersive Virtual Reality in K-12 and Higher Education: A 10-year systematic review of empirical research // *Br. J. Educ. Technol.* 2020. № 51 (6). С. 2006–2033. DOI:10.1111/BJET.13030.
6. Еременко Ю.А., Залата Ю.А. Психофизиологические подходы к проектированию образовательного контента в иммерсивной среде // *Вопросы образования.* 2020. № 4. С. 207–231. DOI: 10.17323/1814-9545-2020-4-207-231.
7. Makransky G., Terkildsen T.S., Mayer R.E. Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning // *Learning and Instruction.* 2017. № 60. С. 225–236. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2017.12.007.
8. Maroungkas A., Troussas C., Krouska A., Sgouropoulou C. Virtual Reality in Education: A Review of Learning Theories, Approaches and Methodologies for the Last Decade // *Electronics.* 2023. № 12 (13). С. 28–32. DOI: 10.3390/electronics12132832.
9. Baceviciute S., Cordoba A.L., Wismer P., Jensen T.V., Klausen M., & Makransky G. Investigating the value of immersive virtual reality tools for organizational training: An applied international study in the biotech industry // *Journal of Computer Assisted Learning.* 2021. № 38 (2). С. 470–487. DOI: 10.1111/jcal.12630.
10. Yoon H., Moon H., Sung M., Park S., Heo H. Effects of Prolonged Use of Virtual Reality Smartphone-based Head-mounted Display on Visual Parameters: A Randomized Controlled Trial // *Nature – Scientific.* 2021. № 11 (1). С. 15382. DOI: 10.1038/s41598-021-94680-w.
11. Силакова Л.В., Соснило Л.В. Исследование готовности участников образовательного процесса к применению цифровых технологий в образовании // *Психологическая наука и образование.* 2023. Т. 28. № 4. С. 112–133. DOI: 10.17759/pse.2023280407.
12. Radianti J., Majchrzak T.A., Fromm J., Wohlgenannt I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda // *Computers & Education.* 2020. № 147. С. 103778. DOI:10.1016/j.compedu.2019.103778.
13. Корнеева И.В. Применение современных образовательных технологий при проведении цифровой трансформации вуза // *Глобальный научный потенциал.* 2024. Т. 2. № 11 (164). С. 43–47.
14. Cicek I.; Bernik A.; Tomicic I. Student Thoughts on Virtual Reality in Higher Education // *A Survey Questionnaire. Information.* 2021. № 12 (4). С. 151. DOI: 10.3390/info12040151.
15. Глоба А. Гибридная модель для вовлечения студентов в практические онлайн-занятия // *Вопросы образования.* 2022. № 3. С. 7–35. DOI: 10.17323/1814-9545-2022-3-7-35.
16. Yang C., Zhang J., Hu Y. et al. The impact of virtual reality on practical skills for students in science and engineering education: a meta-analysis // *International Journal of STEM Education.* 2024. № 11 (1). С. 28. DOI: 10.1186/s40594-024-00487-2.
17. Гаранин С. А. Использование виртуальной и дополненной реальности для повышения мотивации студентов при изучении технических дисциплин // *Наука. Техника. Человек: исторические, мировоззренческие и методологические проблемы.* 2023. Т. 1. № 13. С. 291–296.
18. МГУ и Университет Султана Кабуса (Оман) подписали соглашение о сотрудничестве [Электрон. ресурс]. Режим доступа: https://msu.ru/press/smiaboutmsu/mgu-i-universitet-sultana-kabusa-oman-podpisali-soglashenie-o-sotrudnichestve.html?sphrase_id=3891789.
19. Психология виртуальной среды и медиапространства [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.fa.ru/for-applicants/educational-programs/bachelor/psiholog-virtualnoy-sredy-i-media-o/>.
20. Chiu T. K. Applying the self-determination theory (SDT) to explain student engagement in online learning during the COVID-19 pandemic // *Journal of Research on Technology in Education.* 2021. № 54 (1). С. 14–30. DOI: 10.1080/15391523.2021.1891998.

References

1. James M. Clark, Allan Paivio. Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review.* 1991; 3(3): 149–210. DOI: 10.1007/BF01320076.
2. Mayer R. E., Anderson R. B. Animations need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis. *Journal of Educational Psychology.* 1991; 83(4): 484–490. DOI: 10.1037/0022-0663.83.4.484.
3. Allcoat D., Mühlénen A. Learning in virtual reality: Effects on performance, emotion and engagement. *Computers & Education.* 2018; (26): 2140. DOI: 10.25304/rlt.v26.2140.
4. Kornilov YU. V., Popov A.A. VR technologies in education: experience, review of tools and application prospects. *Innovatsii v obrazovanii = Innovations in education.* 2018; 8: 117–129. (In Russ.)
5. Natale A.F., Repetto C., Riva G., Villani D. Immersive Virtual Reality in K-12 and Higher Education: A 10-year systematic review of empirical research. *Br. J. Educ. Technol.* 2020; 51(6): 2006–2033. DOI:10.1111/BJET.13030.
6. Yeremenko Yu.A., Zalata Yu.A. Psychophysiological approaches to the design of educational content in an immersive environment. *Voprosy obrazovaniya = Educational Issues.* 2020; 4: 207–231. DOI: 10.17323/1814-9545-2020-4-207-231. (In Russ.)

7. Makransky G., Terkildsen T.S., Mayer R.E. Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and Instruction*. 2017; 60: 225–236. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2017.12.007.
8. Marougkas A., Troussas C., Krouska A., Sgouropoulou C. Virtual Reality in Education: A Review of Learning Theories, Approaches and Methodologies for the Last Decade. *Electronics*. 2023; 12(13): 28–32. DOI: 10.3390/electronics12132832.
9. Baceviciute S., Cordoba A.L., Wismer P., Jensen T.V., Klausen M., & Makransky G. Investigating the value of immersive virtual reality tools for organizational training: An applied international study in the biotech industry. *Journal of Computer Assisted Learning*. 2021; 38(2): 470–487. DOI: 10.1111/jcal.12630.
10. Yoon H., Moon H., Sung M., Park S., Heo H. Effects of Prolonged Use of Virtual Reality Smartphone-based Head-mounted Display on Visual Parameters: A Randomized Controlled Trial. *Nature – Scientific*. 2021; 11(1): 15382. DOI: 10.1038/s41598-021-94680-w.
11. Silakova L.V., Sosnilo L.V. Study of the readiness of participants in the educational process to use digital technologies in education. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovaniye = Psychological Science and Education*. 2023; 28; 4: 112–133. DOI: 10.17759/pse.2023280407. (In Russ.)
12. Radianti J., Majchrzak T.A., Fromm J., Wohlgenannt I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*. 2020; 147: 103778. DOI:10.1016/j.compedu.2019.103778.
13. Korneyeva I. V. Application of modern educational technologies in the digital transformation of a university. *Global'nyy nauchnyy potencial = Global scientific potential*. 2024; 2; 11(164): 43–47. (In Russ.)
14. Cicek I.; Bernik A.; Tomicic I. Student Thoughts on Virtual Reality in Higher Education. A Survey Questionnaire. *Information*. 2021; 12(4): 151. DOI: 10.3390/info12040151.
15. Globa A. Hybrid model for engaging students in practical online classes. *Voprosy obrazovaniya = Educational issues*. 2022; 3: 7–35. DOI: 10.17323/1814-9545-2022-3-7-35. (In Russ.)
16. Yang C., Zhang J., Hu Y. et al. The impact of virtual reality on practical skills for students in science and engineering education: a meta-analysis. *International Journal of STEM Education*. 2024; 11(1): 28. DOI: 10.1186/s40594-024-00487-2.
17. Garanin S.A. Using virtual and augmented reality to increase students' motivation in studying technical disciplines. *Nauka. Tekhnika. Chelovek: istoricheskiye, mirovozzrencheskiye i metodologicheskiye problem = Science. Technology. Man: historical, ideological and methodological problems*. 2023; 1; 13: 291–296. (In Russ.)
18. MGU i Universitet Sultana Kabusa (Oman) podpisali soglasheniye o sotrudnichestve = Moscow State University and Sultan Qaboos University (Oman) signed a cooperation agreement [Internet]. Available from: https://msu.ru/press/smiaboutmsu/mgu-i-universitet-sultana-kabusa-oman-podpisali-soglashenie-o-sotrudnichestve.html?sphrase_id=3891789. (In Russ.)
19. Psikhologiya virtual'noy sredy i mediaprost-ranstva = Psychology of the virtual environment and media space [Internet]. Available from: <https://www.fa.ru/for-applicants/educational-programs/bachelor/psiholog-virtualnoy-sredy-i-media-o/>. (In Russ.)
20. Chiu T. K. Applying the self-determination theory (SDT) to explain student engagement in online learning during the COVID-19 pandemic. *Journal of Research on Technology in Education*. 2021; 54(1): 14–30. DOI: 10.1080/15391523.2021.1891998.

Сведения об авторе

Альбина Хатмулловна Шелепаева
 К.п.н., доцент кафедры бизнес-информатики
 Финансовый университет
 при Правительстве РФ,
 Москва, Россия
 Эл. почта: akshelepaeva@fa.ru

Information about the author

Albina K. Shelepayaeva
 Cand. Sci. (Pedagogical), Associate Professor of the
 Department of Business Informatics
 Financial University under the Government of the
 Russian Federation, Moscow, Russia
 E-mail: akshelepaeva@fa.ru



УДК 004.946

DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/1818-4243-2025-4-29-45>

В.В. Лаптев, Л. А. Ларченкова, А.А. Лоза

Российский государственный педагогический университет им.А.И.Герцена,
Москва, Россия

Верификация результатов поисковых запросов систем искусственного интеллекта как средство инициирования познавательной активности учащихся в общеобразовательном курсе физики

Цель исследования. Проблема инициирования познавательной активности учащихся приобретает в настоящее время постоянно возрастающую значимость. Понимание практической невозможности передачи в процессе обучения объемов информации, необходимых для формирования широкого спектра требуемых компетенций, заставляет искать новые дидактические подходы к достижению цели, в числе которых - ориентация на развитие познавательной активности. Важнейшим инструментом для этого могут стать системы искусственного интеллекта, сферы применения которых в последние два-три года стремительно расширяются. Однако в учебном процессе обращение к искусственному интеллекту не всеми воспринимается позитивно. Хорошо известны дискуссии о неэтичности выполнения учебных заданий с помощью ChatGPT или подобных систем. Поиск приемлемых и эффективных решений был поставлен авторами настоящей работы в качестве основной цели исследования. Еще одной целевой установкой являлась попытка разработки и введения в практику обучения на уровне общего образования нового нетрадиционного метода, основанного на возможности инициирования познавательной активности учащихся через системы искусственного интеллекта. Третьей целью представлялось обоснование выбора физики как учебной дисциплины среди некоторых других для иллюстрации эффективности предлагаемого метода обучения в общеобразовательном курсе физики.

Материалы и методы. Материалом (объектом) исследования выступил процесс обучения физике на уровне общего образования в части проблем, обычно вызывающих трудности у учащихся. К таким трудностям в первую очередь относятся вопросы, связанные с решением физических задач, оценкой полученных результатов, пониманием необходимости опоры в каждом конкретном случае на те или иные физические теории и закономерности, а также осознание разумности применения формул, выражающих физические законы. Основным общим эмпирическим методом исследования явилось наблюдение за различными этапами учебного процесса. К общим методам теоретического исследования был отнесен анализ научной литературы по методам развития познавательной активности учащихся, а также оценка образовательных возможностей доступного для обучающихся спектра систем искусственного интеллекта с выработкой рекомендаций по их практическому применению. Специальным методом,

характерным для педагогических наук, являлось педагогическое моделирование методики работы на разных стадиях учебного процесса.

Результаты. Впервые в системе педагогического знания предложен, разработан, описан и апробирован **новый нетрадиционный метод инициирования познавательной активности учащихся в общеобразовательном курсе физики на основе верификации результатов поисковых запросов к системам искусственного интеллекта.** Разработана методика работы с учащимися от стадии постановки учителем задачи, осознания обучаемым ее существенных и несущественных особенностей через многократное формулирование поисковых запросов к системе искусственного интеллекта с последующим анализом полученных ответов, до самого важного - верификации результатов работы с системой искусственного интеллекта и обоснованным выводом о решении проблемы. Этапы исследования и предлагаемой методики подробно проиллюстрированы примерами решения задач общеобразовательного курса физики. Результаты апробации уже на данной стадии продемонстрировали эффективность инициирования познавательной активности учащихся в общеобразовательном курсе физики через верификацию результатов поисковых запросов систем искусственного интеллекта.

Заключение. Использование средств вычислительной техники и ее программного обеспечения в общем образовании постоянно меняет направление вектора своего развития. От восторженных ожиданий до законодательного запрета использования «...средств подвижной радиотелефонной связи во время проведения учебных занятий при освоении образовательных программ начального общего, основного общего и среднего общего образования...» [1]. Надеемся, что к средствам вычислительной техники это относится лишь в части их использования в режиме «подвижной радиотелефонной связи». На все же остальные случаи, включая работу с системами искусственного интеллекта, запрет не распространяется. Именно здесь и следует ожидать наибольших успехов.

Ключевые слова: системы искусственного интеллекта, инициирование познавательной активности, методика обучения, общеобразовательный курс физики, верификация результатов поисковых запросов

Verification of Search Queries of Artificial Intelligence Systems as a Means of Initiating Cognitive Activity of Students in a General Education Physics Course

The purpose of the study. The problem of initiating students' cognitive activity is currently acquiring ever-increasing importance. Understanding the practical impossibility of transmitting in the learning process the volumes of information necessary to form a wide range of required competencies forces us to look for new didactic approaches to achieving the goal, including a focus on the development of cognitive activity. The most important tool for this can be artificial intelligence systems, the scope of application of which has been rapidly expanding in the last two or three years. However, in the educational process, the use of artificial intelligence is not perceived positively by everyone. There are well-known discussions about the unethical nature of performing educational tasks using ChatGPT or similar systems. The search for acceptable and effective solutions was set by the authors of this paper as the main goal of the study. Another goal was to attempt to develop and introduce into teaching practice at the general education level a new non-traditional method based on the possibility of initiating students' cognitive activity through artificial intelligence systems. The third objective was to justify the choice of physics as an academic discipline among some others to illustrate the effectiveness of the proposed teaching method in a general education physics course.

Materials and methods. The material (object) of the study was the process of teaching physics at the general education level in terms of problems that usually cause difficulties for students. Such difficulties primarily include issues related to solving physics tasks, evaluating the results obtained, understanding the need to rely in each specific case on certain physical theories and patterns, as well as understanding the reasonableness of using formulas expressing physical laws. The main general empirical method of research was the observation of various stages of the educational process. The general methods of theoretical research included an analysis of scientific literature on methods for developing students' cognitive activity, as well as an assessment of the educational opportunities of the range of artificial intelligence systems available to students, with the development of recommendations for their practical application. A special method,

characteristic of pedagogical sciences, was a pedagogical modeling of work methods at different stages of the educational process.

Results. For the first time in the system of pedagogical knowledge, a new non-traditional method of initiating students' cognitive activity in a general education physics course based on verification of the results of search queries of artificial intelligence systems has been proposed, formulated, developed, described and tested. A methodology has been developed for working with students from the stage of setting a task by the teacher, the student's awareness of its essential and insignificant features through the repeated formulation of search queries to the artificial intelligence system with subsequent analysis of the answers received, to the most important thing - verification of the results of work with the artificial intelligence system and substantiated conclusion about the solution to the problem. The stages of the research and the proposed methodology are illustrated in detail with examples of solving problems from the general education physics course. The results of the experimental work already at this stage demonstrated the effectiveness of initiating the cognitive activity of students in the general education course of physics through the verification of the results of search queries of artificial intelligence systems.

Conclusion. The use of computer technology and its software in general education is constantly changing the direction of its development vector. From enthusiastic expectations to a legislative ban on the use of "...mobile radiotelephone communications during educational classes in the development of primary, basic and secondary general education programs..." [1]. We hope that this applies to computing equipment only in terms of its use in the "mobile radiotelephone communication" mode. The ban does not apply to all other cases, including work with artificial intelligence systems. This is where we should expect the greatest success.

Keywords: artificial intelligence systems, initiation of cognitive activity, teaching methods, general education physics course, verification of search query results.

«Миссия современного педагога – культивировать творческую личность. А творчество – это прежде всего самостоятельное мышление»
А.Д.Гладун [2]

Введение

Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования [3] требует от учащихся «...овладения умением сопоставлять экспериментальные и теоретические знания с объективными реалиями жизни..., формулировать гипотезы, конструировать, проводить эксперименты, оценивать полученные результаты...». А Федеральный го-

сударственный образовательный стандарт среднего общего образования [4] добавляет к этому «... умение использовать средства информационных и коммуникационных технологий... в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач...». Если названное и неназванное наложить ещё и на многочисленные содержательные предметные требования разных учебных дисциплин, то

задача успешной реализации стандартов становится крайне трудновыполнимой. Проблема в том, что даже гипотетическая передача учащемуся огромного объема информации не гарантирует формирования требуемых компетенций у выпускника общеобразовательного учреждения. Необходим поиск новых дидактических подходов, их апробация и внедрение. Магистральным направлением дидактического поис-

ка в этой связи может стать в ряде случаев перенос акцентов в образовательном процессе с содержательного компонента образования на процессуальный. Лозунг современной педагогики «Образование не на всю жизнь, а образование через всю жизнь» подразумевает, что «... в задачи учителя входит подготовка обучающихся к адаптации в уже завтрашнем мире, где им понадобится уникальный набор навыков и компетенций» [5]. Важным этапом такой подготовки представляется развитие познавательной активности учащихся, осознание необходимости ориентации на которую возникло у крупных педагогов нашей страны достаточно давно [6], но только сейчас развитие познавательной активности начинает приобретать новые мощные инструменты для реализации.

К традиционным методам инициирования познавательной активности в первую очередь относятся уроки различной формы [7, 8, 9], в ходе которых учитель излагает материал, а ученики слушают и делают записи, что позволяет формировать базовые знания и знакомить с основными концепциями. Уроки включают и практические занятия [10, 11], где ученики на практике знакомятся с окружающей природой через эксперименты. Как к урочной, так и к внеурочной форме работы относятся дискуссии и семинары [12, 13], позволяющие обсуждать ключевые темы и концепции, а также развивать критическое мышление в процессе обмена мнениями. Важным методом инициирования познавательной активности является самостоятельная работа [14, 15], когда учащиеся выполняют задания без помощи преподавателя. Это могут быть письменные работы, задачи или исследования. Завершают перечень контрольные и аттестационные работы [16, 17] в

виде экзаменов и тестов, работающие на оценку знаний и их систематизацию.

К условно нетрадиционным методам обычно причисляют проектный метод [18, 19] с работой над проектами исследования определенных явлений. Этот метод позволяет углублять знания, а также развивает навыки работы в команде и креативное мышление. Активно внедряются информационно-коммуникационные технологии на основе интернет-ресурсов, виртуальных лабораторий, образовательных приложений и симуляторов, что делает обучение более интерактивным и доступным. Примеров последнего сегодня уже достаточно много. При необходимости дополнительного привлечения внимания к способам поиска ответов в конкретных жизненных ситуациях для обсуждения и анализа рекомендуется Кейс-метод [20], в рамках которого учащиеся учатся применять знания к реальным задачам и проблемам, что способствует развитию их критического мышления. Не так давно был ощутимым всплеск интереса к игровым технологиям [21, 22] с включением игр и игровых заданий в учебный процесс. Среди них ролевые игры, турниры по учебным дисциплинам с конкурсами и викторинами, что делает обучение более увлекательным. Реже реализуется метод флип-класса (перевернутый класс) [23, 24], когда учащиеся знакомятся с теорией дома самостоятельно (например, через видеуроки), а на реальном уроке время используется для глубокого обсуждения, практики и решения задач с активным участием всего класса. Достаточно эффективным среди нетрадиционных методов считается проектное обучение в сочетании со STEM-образованием [25] в рамках интеграции науки, технологий, инженерии и математики в одном проекте,

что создает многоаспектный подход к изучению общеобразовательных предметов и показывает взаимосвязь между дисциплинами. И, наконец, обсуждения в малых группах с формированием дискуссионных коллективов по темам, где учащиеся исследуют вопросы и обмениваются мнениями, развивая коллективное мышление и сотрудничество.

В настоящей статье предлагается поддерживаемое искусственным интеллектом новое нетрадиционное направление к подходам и методам развития познавательной активности учащихся в общеобразовательном курсе физики. В основу статьи заложена идея о том, что процесс проверки информации, полученной от систем искусственного интеллекта, может служить не только средством формирования навыков, но и активизировать познавательную деятельность учащихся. Верификация часто не очень корректных результатов работы искусственного интеллекта может заставить обучаемых глубже разбираться в учебном материале, критически относиться к информации [26], становиться более самостоятельными, а главное, инициировать процесс своего собственного обучения. Используя искусственный интеллект в тандеме с активными методами обучения, можно создать более интерактивную и познавательную образовательную среду [27, 28, 29], что, в свою очередь, может быть отнесено уже к заслугам обучающего.

Перед детализацией описания предлагаемого метода инициирования познавательной активности учащихся обратим внимание на выбор учебной дисциплины, представляющей нам оптимальной для этих целей. Таким предметом в школе, с нашей точки зрения, может быть физика. Поставим вопрос о специфичности физики с точки зрения её воспри-

ятия как учебного предмета в сравнении с математикой, например. Физика и математика, хоть и взаимосвязаны, но имеют различные подходы и методы исследования.

Физика изучает природные явления и законы, которые объясняют поведение материи и энергии в пространстве и времени. Физика опирается на эксперименты и наблюдения для проверки теорий. Математика является абстрактной наукой, занимающейся изучением количественных отношений, структур, форм и пространств. Математика опирается на логические рассуждения и доказательства.

С методологической позиции физика базируется на эмпирическом подходе, основой которого выступают экспериментальные методы, включая контроль, наблюдение и измерение. Ученые формулируют гипотезы, которые затем проверяются в ходе экспериментов, в которых наблюдаются эффекты и фиксируются их изменения. В математике преобладает абстрактный дедуктивный подход, в рамках которого основные принципы формулируются через аксиомы и теоремы. Исследования ведутся как дедуктивные: от общих принципов к частным случаям. Например, математик может доказать теорему, исходя из других уже известных теорем и аксиом.

Различен и инструментарий. Прежде всего это доминирование экспериментальных средств в физике в противоположность логическим конструкциям в математике. Физики используют разнообразные инструменты и оборудование (например, приборы для измерения, лабораторные установки) для проведения экспериментов и сбора данных. И даже для теоретической физики критерием истинности теории является принципиальная наблюдаемость описываемых явлений. В математике ис-

пользуется формальный язык (символы, формулы) и логические системы для построения доказательств и выводов. Математики разрабатывают модели, которые помогают формализовать проблемы и искать решения.

С другой стороны, несмотря на различия, математика и физика часто работают в тесной связке. Математические модели и формулы являются необходимыми инструментами для физиков, чтобы описывать и предсказывать физические явления. При этом физические проблемы иногда требуют новых математических решений, что приводит к инновациям и развитию как в математике, так и в физике. Математика служит основой для различных наук, включая физику, и разрабатывает новые методы и теории, которые могут быть применены в других областях, однако сама по себе часто остается в рамках абстракции и теории.

Из перечисленного и не только с неизбежностью следует вывод о фундаментальных различиях в подходах к верификации результатов научных исследований в физике и математике. Так результаты физического исследования прежде всего подлежат верификации путем воспроизводимости экспериментов. Если другие ученые могут повторить эксперимент и получить те же результаты, то полученные выводы более надежны. В математике результат считается истинным, когда он доказан в логической системе. Доказательство может быть выполнено на основе аксиом и ранее доказанных теорем без необходимости обращения к экспериментам и другим способам верификации.

Рассмотренная специфичность физики в общей системе научного знания делает её удобным объектом для предложения нового метода развития познавательной активности

учащихся в общеобразовательном курсе физики путем верификации возможных ответов на учебные задания по предмету. Нахождение ответа на учебный вопрос может быть увлекательным и многогранным процессом.

Такой подход противопоставляется традиционным поэтапным рекомендациям, помогающим учащемуся разобраться в вопросе и нахождении необходимой информации. Обычно ученику рекомендуется начать с осознания вопроса, понимания его формулировки через убеждение в ясности проблемы, которую нужно решить. Например, если вопрос звучит «Каковы основные виды энергии, которые, обычно, рассматриваются в рамках закона сохранения энергии? Приведите примеры кинетической, потенциальной, тепловой и других видов энергии», то при наличии понимания его можно сократить до ключевых слов.

В этой связи осознание вопроса невозможно без опоры на знания, основы которых трудно получить без учебников и конспектов. Учащемуся потребуется нахождение в учебнике раздела, соответствующего ключевым словам рассматриваемой проблемы. Ему необходимо будет обратить внимание на определения, формулы и примеры, которые могут помочь получить общее представление о теме. Возможно, потребуется использование онлайн-ресурсов, таких как видеоуроки и образовательные платформы. Нужно будет разделить информацию на известные факты и те, которые требуется найти. Например, известно: закон сохранения энергии. Неизвестное: как именно этот закон применяется в конкретном физическом процессе. Если вопрос связан с решением задач, нужно будет найти и применить соответствующие формулы. Иногда одно объяснение может быть

недостаточным. Целесообразно использование нескольких различных источников, чтобы увидеть разные подходы и объяснения одного и того же явления. Также желательна опора на доступные материалы, статьи на образовательных сайтах или даже специализированные форумы, где можно задать вопросы.

После того как собрана вся требуемая информация необходимо попытаться самостоятельно сформулировать ответ на вопрос, записать его в удобной форме, часто с использованием графиков или таблиц. В завершении традиционных рекомендаций предлагается, если возможно, сравнить результат с доступными учебными материалами или обратиться к другим критериям.

Однако многочисленность перечисленных выше традиционных рекомендаций не всегда благо. Часто учащиеся по этой причине даже не приступают к их реализации, задавая себе вопрос, а нельзя ли получить ответ сразу. Оказывается, можно.

Суть предлагаемого нами метода – перенос поиска ответа на задание по физике на какую-нибудь систему искусственного интеллекта, а верификация ответа в этом контексте становится главной задачей обучаемого, приводящей к инициированию его познавательной активности со всеми вытекающими позитивными последствиями.

1. Учебные задания в общеобразовательном курсе физики и поддерживаемые искусственным интеллектом варианты их выполнения

Учебные задания по физике могут существенно различаться по форме, содержанию и методам выполнения. Их разнообразие способствует развитию различных навыков у учащихся. Вот лишь несколько

категорий и примеров учебных заданий.

Наиболее распространены общетеоретические задания и фундаментальные вопросы, например, «Сформулируйте три закона Ньютона и приведите примеры их применения» или, «Что такое изменение скорости тела и какова его связь с ускорением?». Тут же проводятся натурные эксперименты и лабораторные работы, такие как проведение эксперимента по определению коэффициента трения между различными поверхностями или лабораторная работа по способам измерения силы тяжести. Теоретические вопросы подкрепляются большим числом задач с применением формул и выполнением расчетов. Предлагаются также задания по моделированию физических явлений. В качестве домашней работы могут даваться проектные задания, например, создать временную шкалу основных открытий в физике и продемонстрировать их влияние на технологии. Сегодня широко представлены и интерактивные задания с экспериментами в виртуальной лаборатории. Перечень может быть многократно продолжен.

Смоделируем ситуацию деятельности учащегося по выполнению домашнего задания учителя с использованием какой-нибудь системы искусственного интеллекта. Ситуация: учитель задает вопрос: «Каковы условия равномерного и прямолинейного движения тела?». Контекст: учащийся по рекомендации учителя или самостоятельно решает использовать искусственный интеллект для подготовки ответа на этот вопрос.

При выполнении задания учащийся формулирует запрос (промт) к искусственному интеллекту. Учащийся открывает приложение или веб-сайт искусственного интеллекта, например, виртуального помощника или специализированного образовательного

программного обеспечения. Вводит запрос: «Какие условия необходимы для равномерного и прямолинейного движения тела?». Получает информацию от искусственного интеллекта (дословная цитата Telegram чат-бота Рико DeepSeek [30]):

«Для равномерного и прямолинейного движения тело должно соответствовать следующим условиям:

1. Постоянная скорость: тело движется с постоянной скоростью, что означает, что его скорость не изменяется со временем.

2. Отсутствие ускорения: ускорение равно нулю ($a = 0$). Это также означает, что на объект не действуют силы, направленные в сторону движения.

3. Прямолинейный путь: траектория движения должна быть прямой, без изменения направления.

4. Отсутствие внешних сил: если на тело действуют различные силы, то оно не будет двигаться равномерно и прямолинейно. Для равномерного движения требуется, чтобы все силы, действующие на тело, уравновешивали друг друга».

Учащийся таким образом получает ответ на вопрос учителя, но кажущаяся правильность ответа подталкивает к отказу от этапа верификации результата. Он может сразу сформулировать ответ учителю: «Равномерное и прямолинейное движение реализуется при выполнении нескольких условий: тело должно двигаться с постоянной скоростью, не испытывать ускорения, двигаться по прямой траектории и не быть подвержено воздействию других сил».

Но вернемся к вопросу. Очевидно, что приведенный ответ искусственного интеллекта в лучшем случае не точен. Во-первых, сама формулировка ответа неудачна: если «тело должно соответствовать условиям», значит далее речь должна идти о свойствах этого

тела. Однако, перечисленные далее условия относятся не к телу, а к особенностям протекания равномерного прямолинейного движения как явления. К тому же, приведенный перечень условий тоже вызывает вопросы.

1. Что значит «не изменяется со временем»? Если речь идет только о модуле скорости, то тело за любые равные промежутки времени проходит одинаковые пути, если о скорости, как о векторной величине — за любые равные промежутки времени совершает одинаковые перемещения.

2. Отсутствие сил, направленных в сторону движения, не закрывает проблему. Лучше формулировать отсутствие ускорения через равную нулю векторную сумму сил, действующих на тело.

3. Утверждение о том, что «траектория движения должна быть прямой без изменения направления» относится только к равномерному прямолинейному движению. Но ответ искусственного интеллекта выглядит как характеристика «прямолинейного пути», что не соответствует действительности, так как направление движения вдоль одной прямой не отразится на форме траектории, она останется прямолинейной. Но главное, что отнесение этого утверждения к условиям протекания процесса неверно отражает причинно-следственные связи: причиной равномерного прямолинейного движения является отсутствие в инерциальной системе отсчета нескомпенсированных сил, действующих на тело, а следствием будет равномерное прямолинейное движение. Некритическое отношение к подобным «мелочам» закладывает в сознании обучающихся серьезные методологические заблуждения, трудно устранимые в последствии.

4. Неверна и фраза, что если на тело действуют различные силы, то оно не будет

двигаться равномерно и прямолинейно. Например, человек равномерно поднимается в лифте, на него действует сила тяжести и сила реакции опоры. Это различные силы, однако движение равномерное.

Учитывая, что в приведенном примере ответы искусственного интеллекта далеки от совершенства (не все формулировки и утверждения удовлетворительны, среди правильных есть небрежные и неточные), учащийся при некотором содействии учителя может достаточно быстро убедиться, что без верификации не обойтись.

А это ничто иное как инициирование познавательной активности, главный результат конкретной работы с искусственным интеллектом. В данном простейшем случае достаточно проверка полученных данных в учебниках или через другие источники, чтобы убедиться в том, что информация верная и полная или нет. Это важнейшая часть его учебной работы, ради которой учитель и может рекомендовать использовать на первом этапе систему искусственного интеллекта.

Далее учащийся должен подготовиться к обсуждению ответа с учителем. Здесь могут быть дополнительные вопросы или пояснения, которые необходимы для формирования более глубокого понимания изучаемой темы. Например, какое значение имеет первый закон Ньютона для описания равномерного движения или поиск примеров реальных ситуаций, где можно наблюдать равномерное и прямолинейное движение. Представляя ответ учителю на уроке, учащийся отвечает на вопрос, используя собранную им информацию. В процессе обратной связи учитель может задать дополнительные вопросы, в которых уточняет, как условия равномерного движения могут быть нарушены в реальной жизни,

или приводит примеры, чтобы проверить глубину понимания учащегося.

Моделирование деятельности учащегося, использующего искусственный интеллект, демонстрирует, каким образом технологии могут обогатить процесс обучения, улучшить понимание материала и позволить учащимся самостоятельно находить решения и обосновывать их на основе критического мышления. Использование искусственного интеллекта в образовании должно стимулировать учащихся к активному и самостоятельному поиску информации, формируя при этом навыки критической оценки данных. Но если в заданиях, направленных на изучение общетеоретических вопросов общеобразовательного курса физики, искусственный интеллект в определенной мере противопоставляется учебнику, в котором по определению материал точен и корректен, то с задачами обстоит дело намного сложнее. Даже решение самых простых задачи по физике, где все, казалось бы, очевидно, таит в себе множество вопросов и нюансов.

Приведем примеры простейших задач на применение формул и выполнение расчетов (выборочные цитаты Telegram-чатбота Марти ChatGPT [31]):

Задача на движение. *Автомобиль движется с постоянной скоростью 60 км/ч. Какое расстояние он преодолеет за 2 часа?*

Ответ искусственного интеллекта:

«Формула: $S = v \cdot t$, где v — скорость, а t — время.

Подстановка значений:

$$S = 60 \text{ км/ч} \cdot 2 \text{ ч} = 120 \text{ км.}$$

Вывод: автомобиль преодолеет 120 км».

Решение, предложенное искусственным интеллектом, ожидаемо и тривиально. Однако, следуя идее «подвергай все сомнению» и заданию учителя

по верификации результата, можно задуматься о том, насколько реален полученный ответ. С одной стороны, для современных автомобилей нет никакой проблемы пройти 120 км за 2 часа. С другой стороны, трудно представить, что на таком достаточно большом пути автомобиль не тормозил, не ускорялся, нигде не останавливался и пр., т.е. двигался строго равномерно, как указано в условии задачи. Такой ответ реален, если речь идет о средней скорости. Но далее возникает вопрос о том, о какой средняя скорость может иметься в виду: средняя путевая (скалярная величина) или средняя по перемещению (векторная величина). Таким образом, появляется повод переключить внимание учащихся с чисто технического простого вопроса вычисления расстояния по хорошо известной формуле на обсуждение смысла физических понятий, моделей и границ их применимости.

Второй вопрос, который можно обсудить с учащимися, связан со сложившимися методическими традициями: алгоритм решения физических задач, который предлагают учащимся, предусматривает обязательный перевод всех физических величин в СИ. Но насколько обязательно это делать в данной задаче? Нет ли в этом отношении ошибки в решении искусственного интеллекта? Как надо было бы поступить, если бы скорость автомобиля была 15 м/с? Время движения 120 мин.?

Задача на закон сохранения импульса. Два шара, один массой 2 кг и другой массой 3 кг, движутся навстречу друг другу с одинаковыми скоростями 4 м/с. Какой будет скорость обоих шаров после неупругого столкновения, если они дальше будут двигаться вместе?

Ответ искусственного интеллекта:

«Формула закона сохранения импульса

$$m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)u.$$

Вычисление итоговой скорости

$$u = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{m_1 + m_2} = \frac{8 - 12}{2 + 3} = -0,8 \text{ м/с}$$

Вывод: оба шара будут двигаться в сторону меньшего массой со скоростью 0,8 м/с.

Предложенное в данном случае искусственным интеллектом решение этой задачи не только можно, но и обязательно нужно подвергнуть критическому анализу. Насколько правомочно использование закона сохранения импульса в данной ситуации? Можно ли считать систему шаров замкнутой и почему? Импульс тела – векторная величина, каким образом в записи закона сохранения импульса можно это учесть? Как это сделано в этой задаче? С каким объектом связана система отсчета, в которой проведены эти рассуждения? Будут ли они верны в другой системе отсчета? На каком основании в решении принято, что скорость шаров после соударения будет одинаковой?

При поиске ответов на эти вопросы внимание учащихся опять переключается с вопроса «как сделать?» на вопросы «почему нужно так сделать?» и «можно ли так сделать?». Это чрезвычайно актуально для обучения физике в современных условиях. В заданиях ЕГЭ по физике [32] уже несколько лет в задании № 26 с открытым ответом требуется не просто представить решение задачи, но и обосновать «применимость законов, используемых для решения задачи». Анализ типичных ошибок участников ЕГЭ 2024 г по физике показывает, что с этим критерием справляется не более 18% экзаменируемых [33, с.17].

Задача по термодинамике. Какое количество теплоты необходимо для нагрева 200 г воды от 20 °С до 100 °С? Удельная теплоемкость воды равна 4,18 Дж/(г·°С).

Ответ искусственного интеллекта:

«Формула: $Q = cm\Delta t$, где Q – количество теплоты, m – масса воды, c – удельная теплоемкость воды, Δt – изменение температуры.

Подстановка значений: $Q = 0,2 \cdot 4,18 \cdot 80 = 66880$ (Дж).

Вывод: для нагрева воды необходимо 66880 Дж».

Решение этой простейшей традиционной школьной задачи с помощью нейросети тоже должно вызвать ряд вопросов. Почему удельная теплоемкость воды имеет такое значение (отличное от значений, приведенных в школьных задачниках и учебниках – 4200 Дж/кг·°С)? Допустимо ли подставлять числа в формулу в таком виде? Нет ли здесь ошибки? Каков будет ответ, если нужно будет нагреть 200 л воды? И так далее.

Предложенные искусственным интеллектом решения даже таких тривиальных задач открывают широкий спектр возможностей для дальнейшей активизации познавательной деятельности ученика. Во-первых, это во всех случаях осознание представленной в задаче проблемы с ответом на вопрос о целесообразности применения использованных физических законов. Соответствуют ли они физической ситуации, описанной в задаче? Соблюдены ли граничные условия? Является ли предложенное решение понятным и рациональным? Нет ли других более удобных способов достижения цели? Соответствуют ли единицы измерения физических величин в условии задачи требуемым для подстановки в формулы? Разумность полученного числового результата с проверкой по размерности? Во-вторых, решение каждой отдельной задачи в таком ключе – хороший материал для построения урока.

2. Верификация результатов поисковых запросов систем искусственного интеллекта как учебная задача

Поскольку генеративный искусственный интеллект довольно быстро учится на поисковых запросах пользователей, то можно предположить, что применение предлагаемого метода верификации результатов промтов будет более эффективным при решении задач по физике более высокого уровня сложности, чем уже рассмотренные выше в примерах.

Для изучения возможностей применения разных систем искусственного интеллекта при обучении физике на уровне общего образования были выбраны задачи уровня сложности контрольно-измерительных материалов ЕГЭ по физике, которые были предложены для решения несколькими самым широко используемым системам искусственного интеллекта: ChatGPT, GigaChat, DeepSeek.

Пример 1. Брусок массой 1 кг лежит на горизонтальном столе. К нему прикладывают горизонтальную силу 1 Н. С каким ускорением будет двигаться брусок, если коэффициент трения 0,25?

Приведем оригинальное решение ChatGPT:

«Рассчитаем ускорение бруска, учитывая силу трения.

Дано:

Масса бруска: $m = 1$ кг

Сила, приложенная к бруску: $F = 1$ Н

Коэффициент трения:

$$\mu = 0,25$$

Ускорение свободного падения: $g = 9,8$ м/с²

Шаг 1. Найдём силу трения. Сила трения покоя (максимальная) или скольжения

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg = 0,25 \cdot 1 \cdot 9,8 = 2,45 \text{ Н}$$

Шаг 2. Сравним приложенную силу и силу трения. Приложенная сила

$$F = 1 \text{ Н} < F_{\text{тр}} = 2,45 \text{ Н}$$

Это означает, что сила не-

достаточна для преодоления трения – брусок не начнёт движение и останется в покое. Ответ: ускорение бруска равно 0 м/с² – брусок не движется».

Видно, что приведено вполне адекватное решение, предложенное синтетическим методом, хотя выбор метода никак не обоснован. Стоит отметить, что во многих российских школах для решения подобных задач неоправданно часто используют аналитический метод, получая при этом ответ, справедливый только в определенных условиях. Такой ограниченный подход может провоцировать познавательные затруднения учащихся [34].

Учитывая это обстоятельство, чату был задан первый уточняющий вопрос: «Приведи обоснование применения всех формул».

Ответ ChatGPT:

«Давай критически разберёмся с обоснованием применения каждой формулы в решении:

1) Сила трения:

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot N.$$

Это формула для сухого скользящего трения, предполагающая, что объект уже движется. Однако в задаче пока не ясно, движется ли брусок – ведь приложенная сила может быть недостаточной, чтобы сдвинуть его с места.

Для начала движения нужно рассматривать максимальную силу трения покоя, которая может принимать значения от 0 до

$$F_{\text{тр}}^{\text{макс}} = \mu_{\text{покоя}} \cdot N.$$

Если коэффициент трения в задаче относится к трению покоя, то применение формулы допустимо только как верхняя граница, но нельзя просто утверждать, что сила трения равна μN – это справедливо только в случае движения.

Вывод: Мы предположили, что это трение скольжения, но на самом деле сначала надо проверить, начнёт ли брусок двигаться, сравнив приложен-

ную силу с максимальной силой трения покоя.

2) Нормальная сила (Замечание: в российской школе используется другой термин – сила реакции опоры, под которой подразумевается составляющая силы реакции опоры, нормальная к поверхности):

$$N = mg.$$

Предполагается, что стол абсолютно горизонтален и нет никаких вертикальных составляющих других сил. Если стол имеет наклон или есть другие силы (например, нажатие сверху или натяжение снизу), нормальная сила изменится. Но в данной задаче условий таких нет, так что допущение разумное.

3) Второй закон Ньютона:

$$a = \frac{F_{\text{рез}}}{m}.$$

Работает только при наличии движения, и только если мы правильно учли все силы, включая трение. Если трение не преодолено, то $F_{\text{рез}} = 0$, и движение не начнётся. Так что применять его можно только после того, как убедились, что сила действительно сдвигает тело с места.

Общий вывод: нельзя сразу использовать $F_{\text{тр}} = \mu \cdot N$, не определив, движется ли тело. Возможно, речь идёт о трении покоя, и тогда сила трения адаптируется под приложенную силу до предела. Прежде, чем искать ускорение, нужно проверить условие начала движения:

$$F > F_{\text{тр}}^{\text{макс}}$$

Если оно не выполняется, то ускорение равно нулю».

Второй дополнительный вопрос: «Почему в приведенных рассуждениях принимается, что начальная скорость равна нулю?».

Ответ ChatGPT:

1) «Отличный вопрос – ты подмечаешь важный момент, который часто упускают. Почему обычно предполагают, что начальная скорость $v_0 = 0$?

2) **Формулировка задачи:** В задаче сказано: «Брусок лежит на горизонтальном столе. К нему прикладывают силу...». Это описание подразумевает, что:

- Брусок изначально покоится, поскольку не сказано, что он уже движется.

- Сила начинает действовать с некоторого момента времени, т.е. она «запускает» движение, если вообще способна.

3) Если бы брусок уже двигался:

- Тогда речь шла бы о трении скольжения, а не о трении покоя.

- Задача обязательно указала бы, что брусок движется с какой-то скоростью или что движение уже имеется.

4) Молчаливое допущение:

В школьных и базовых университетских задачах часто опускают начальные условия, если они не критичны для понимания сути задачи. Предполагается, что если не указано иное, то $v_0 = 0$. Если брусок уже двигался, то сила трения была бы постоянной и равной $F_{\text{тр}} = \mu \cdot N$, и ускорение рассчитывалось бы так:

$$a = \frac{F - F_{\text{тр}}}{m},$$

и при $F < F_{\text{тр}}$ тело бы замедлялось, а не оставалось в покое.

Вывод:

Предположение $v_0 = 0$ — логичное, но не универсальное. Оно основано на:

- неявном контексте формулировки задачи,
- типичных начальных условиях (покой до действия силы),
- и упрощениях, принятых в задачах начального уровня».

Решения этой же задачи, полученные с помощью GigaChat, DeepSeek были примерно такими же, однако объяснения ChatGPT оказались более четкими и лаконичными, без существенных физических неточностей и ошибок (хотя, например, встретилось такое утверждение: «Ящик стоит на

полу — сила трения компенсирует его вес»). Следует заметить, что, если строить диалог с системой искусственного интеллекта, предлагая последовательно подвергнуть сомнению используемые им утверждения, можно выбрать правильное решение и получить довольно полезные выводы. Однако, чтобы понять их ценность, все-таки нужно иметь некоторую базовую подготовку по физике.

Пример 2. Докажите, что, если два одинаковых металлических шарика, заряженные одноименно неравными зарядами, привести в соприкосновение и раздвинуть на прежнее расстояние, сила взаимодействия обязательно увеличится, причем тем значительно, чем больше различие по величине зарядов.

Задачи на доказательство, тем более по электричеству, — редкий гость в школьном курсе физики. Все три системы ИИ более или менее справились с поставленным запросом и предложили разные приемы доказательства.

1) GigaChat:

Через отношение сил взаимодействия шариков до и после соприкосновения

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{(q_1 + q_2)^2}{4q_1q_2},$$

предлагая оригинальное математическое доказательство того, что это выражение больше 1.

2) ChatGPT:

- через отношение сил взаимодействия шариков до и после соприкосновения

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{(q_1 + q_2)^2}{4q_1q_2},$$

утверждая, что это выражение всегда больше 1, если заряды $q_1 \neq q_2$, без подробного доказательства.

- Через нахождение разности сил взаимодействия шариков до и после соприкосновения, правда только для частного случая: $q_1 = q + \Delta q$ и $q_2 = q - \Delta q$, где $\Delta q > 0$.

$$F_2 - F_1 = k \frac{q^2 - (q^2 - \Delta q^2)}{r^2} = k \frac{\Delta q^2}{r^2}.$$

3) DeepSeek предлагает более обобщенное решение:

$$\begin{aligned} F_2 - F_1 &= k \frac{(q_1 + q_2)^2}{r^2} - k \frac{q_1q_2}{r^2} = \\ &= k \frac{(q_1 - q_2)^2}{r^2}, \end{aligned}$$

Откуда следует, что чем больше $(q_1 - q_2)$, тем больше увеличивается сила взаимодействия после соприкосновения. При этом после запроса на обоснование корректности используемого подхода система искусственного интеллекта выдает достаточно подробный (хоть порой косноязычный) и полезный для школьника анализ и делает вывод, что доказательство корректно при условиях:

- Шарики одинаковы (одинакова их емкость, поэтому после соприкосновения их заряды становятся одинаковыми);

- Расстояние r велико по сравнению с размерами шариков (т.е. заряженные шарики можно считать точечными);

- Заряды шариков одноименные;

- После соприкосновения шарики полностью разведены и не влияют друг на друга иначе, чем через кулоновское взаимодействие.

Пример 3. В две вершины (точки 1 и 2) равностороннего треугольника со стороной L (рис. 1) помещены заряды q и $-2q$. Каковы направление и модуль вектора напряженности электрического поля в точке 3, являющейся третьей вершиной этого треугольника? Известно, что точечный заряд q создает на расстоянии L электрическое поле напряженностью

$$E = 10 \text{ мВ/м}.$$

Для решения этой задачи требуется анализ приложенного к условию рисунка (задание из контрольно-измерительных материалов ЕГЭ по физике).

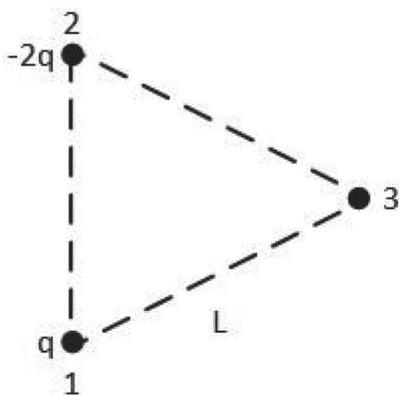


Рис. 1. Условие задачи примера 3
Fig. 1. Condition of the problem of example 3

Вот с этой задачей справились хуже: хоть ответ и был получен, но очень громоздким и нерациональным способом. Поскольку рассматриваемые модели искусственного интеллекта не умеют чертить и рисовать, а решение требует геометрических построений, они выполнялись описательно. GigaChat выдал полностью неверное решение. На предложение сделать поясняющий рисунок GigaChat ответил: «Прошу меня простить, но я не хочу это рисовать» (ну почти, как школьник).

Пример 4. Определить напряжение и заряд на конденсаторах. Величины, обозначенные на рисунке (рис. 2), считать заданными.

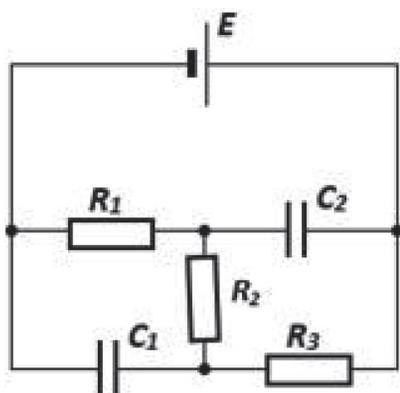


Рис. 2. Условие задачи примера 4
Fig. 2. Condition of the problem of example 4

Эта задача требует анализа электрической схемы. Но с ней не справилась ни одна из рассматриваемых систем

искусственного интеллекта: выдавали наукообразные рассуждения, неверно определяли тип соединения резисторов, утверждали, что конденсаторы соединены параллельно и пр. Это яркий пример необходимости критического мышления при использовании результатов промтов к системам искусственного интеллекта.

Пример 5. На рисунке (рис. 3) изображен график зависимости проекции скорости прямолинейного движения некоторого тела от времени.

- 1) Определите вид движения;
- 2) Найдите величину и направление начальной скорости тела;
- 3) Вычислите проекцию ускорения тела и его направление;
- 4) Напишите уравнение зависимости проекции скорости этого тела от времени;
- 5) Что происходит с этим телом в момент времени, соответствующий точке В? Как движется тело после этого момента времени?

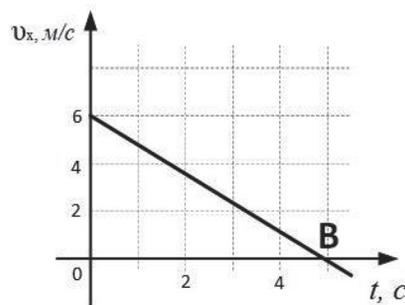


Рис. 3. Условие задачи примера 5
Fig. 3. Condition of the problem of example 5

Задачи с графиками, решение которых предполагает получение информации об объекте, физическом процессе или явлении, представленной в графическом виде и требующей анализа для получения ответа, традиционно вызывают затруднения у учащихся [35]. Логично предположить, что, получив такое задание от учителя, ученик может обратиться за помощью к искусственному интеллекту.

Разные модели искусственного интеллекта, которые подверглись испытанию, дали в принципе правильный алгоритм действий для разбора такой задачи. В целом определено, какому виду движения соответствует график, указано, что тело замедляется. Однако, ни одна система не смогла считать данные с рисунка: определить значение момента времени, соответствующего точке В, проекцию начальной скорости, и, соответственно, правильно рассчитать ускорение. Числовые данные и ответы, приведенные в решениях, были взяты из каких-то похожих задач, а не из данной. Это означает, что если задача составлена самостоятельно, а не взята из бумажных или электронных пособий в готовом виде, то правильный числовой ответ от нейросети можно и не получить.

3. Экспериментальная оценка наиболее распространенных систем искусственного интеллекта применительно к исследуемой проблеме

Приведенные выше примеры не позволяют сегодня однозначно ответить на вопрос о предпочтительности выбора той или иной системы искусственного интеллекта в качестве базовой для использования в учебном процессе на уровне общего образования. Выбор может зависеть от многих причин, но, видимо, искать ответ нужно в первую очередь среди GigaChat, DeepSeek и ChatGPT как самых популярных и продвинутых системах больших языковых моделей (Large Language Models - LLM).

GigaChat. Система разработана и представлен Сбером в 2023 году. Способна взаимодействовать с пользователем через генерацию осмысленного естественного языка. Главная особенность этой модели – ориентация на русскоязычный сегмент интерне-

та. В ней сделан упор на исследовании большого объема русскоязычной информации, что позволяет более корректно понимать промты на русском языке. Существует ограничение на длину запросов. С 2024 года, максимально допустимая длина текстового запроса может достигать 4000 символов. Система способна считывать и файлы, содержащие иллюстрации и текст. Размер таких файлов не может превышать для формата txt – 1 Мб, а для формата PDF – 20 Мб. В этом случае, система способна распознать не более 50 страниц. На текущий момент ресурс представлен двумя уровнями использования: 2max - для максимальных возможностей и 2pro – для простых задач. Описаны случаи, когда нейросетевая модель GigaChat выполнила все задания единого государственного экзамена [36] и даже экзамен, который сдают выпускники, получающие квалификацию врача [37]. Нейросеть может взаимодействовать с пользователем в том числе и на языках малочисленных народов России.

DeepSeek. Создана и представлена в 2023 году Hangzhou DeepSeek Artificial Intelligence Basic Technology Research Co., Ltd. Страна происхождения - Китай. Базовая архитектура этой модели схожа с ChatGPT. Обучение системы происходит на основе анализа больших данных в режиме постоянного обновления, благодаря обратному механизму обучения (Reinforcement Learning with Human Feedback). Эта LLM мультязычна. Основная ориентация – бизнес аналитика и программирование. Максимальная длина запроса порядка 256 000 символов на русском языке, включая тексты запросов, прикрепляемые файлы и тексты ответов искусственного интеллекта. В настоящий момент, разработчик не ввел оплату за использование DeepSeek. Нейросеть способна

иллюстрировать ход решения задач по физике, однако делает это в достаточно упрощенном виде, используя символы, характерные для компьютерных программ 2000-х годов.

ChatGPT (от англ. Generative Pre-trained Transformer – «генеративный предобученный трансформер»). Широко представлен в 2022 году американской компанией OpenAI в виде архитектуры Transformer. Система мультязычна, способна подстраиваться под запросы пользователя и может адаптироваться к разным языкам и стилям взаимодействия. В настоящее время самая актуальная версия этой LLM-системы «GPT-4.5». Максимальная длина запроса в бесплатной версии порядка 1500 слов, в платной версии порядка 3000 слов. Чат-бот способен генерировать высокоинформативные и связанные тексты практически на любом языке. Система, при расчетах, использует более 1,8 триллионов параметров. Подробнее о возможностях ChatGPT при обучении физике и математике [38]. Главным препятствием для граждан России в использовании ChatGPT являются ограничения корпорации OpenAI на запросы из Российской Федерации.

В таблице приведена полученная нами экспериментальная оценка результатов работы трех систем искусственного интеллекта при решении задач общеобразовательного курса физики.

Из приведенного выше в первую очередь следует, что при всем огромном объеме информации, которым оперируют рассматриваемые нейросети, они пока не способны генерировать материал, сопоставимый с результатом аналитического мышления человека, глубоко разбирающегося в изучаемой проблеме, хотя ответы на типовые вопросы искусственный интеллект выдает достаточно корректно и быстро. Например, системы

искусственного интеллекта хорошо справляются с вопросами о физических понятиях или с решением стандартных задач по физике. Но если предзаложенный опыт системы искусственного интеллекта для анализа предложенной ситуации оказывается недостаточным, то могут возникать так называемые галлюцинации (hallucination) [39]. Появляются достаточно правдоподобные ответы и решения, которые иногда могут даже совпадать с правильными ответами задачника, но зачастую основываются на грубых неточностях в решении или обосновании предлагаемых способов решения задач. Однако именно здесь и появляется почва для обучения через анализ результатов промтов, о которых идет речь в настоящей статье.

В связи с этим можно обозначить серьезную методическую проблему: насколько обученным должен быть пользователь, т.е. какими и в каком объеме базовыми предметными знаниями и умениями он должен изначально обладать, чтобы суметь разобраться в том, насколько правильным является ответ, полученный от нейросети, и понять, нужно ли усомниться в его адекватности. Ответ на этот вопрос не столь очевиден. В большинстве рекомендаций по использованию искусственного интеллекта пользователю предлагается провести проверку ответа различными средствами в предположении, что он способен и готов осознать потенциальную проблему. Однако, это не всегда так. Нами была проведена апробация предлагаемого метода с помощью рассмотренных выше примеров задач среди взрослых испытуемых, которые не используют в явном виде знания по физике в своей профессиональной деятельности, но осознанно хотели бы вспомнить изученное в школе и разобраться в некоторых вопросах. В подавляющем

Сравнение результатов запросов по решению задач по физике

Comparison of query results for solving physics problems

Показатель	GigaChat	ChatGPT	DeepSeek
Решение текстовой качественной задачи.	Решение достаточно корректное. Для достижения необходимой пользователю глубины ответа нужны дополнительные уточняющие вопросы.	Решение достаточно корректное. Для достижения необходимой пользователю глубины ответа нужны дополнительные уточняющие вопросы.	Решение достаточно корректное. Для достижения необходимой пользователю глубины ответа нужны дополнительные уточняющие вопросы.
Доступность и понятность объяснения физических явлений и процессов.	Для получения доступного объяснения промт должен содержать указание уровня («объясни для ученика 7 класса»). Проблемы с объяснением могут возникнуть в связи с переводом терминологии на русский язык, например, «идеальное поведение газов».	Для получения доступного объяснения промт должен содержать указание уровня («объясни для ученика 7 класса»).	Подробное пошаговое объяснение решения.
Решение текстовой расчетной задачи.	Приводится адекватное пошаговое решение. Не всегда буквенные обозначения физических величин совпадают с принятыми в российских школах, что может вызвать проблемы восприятия учащимися.	Подробное пошаговое решение, которое сводится к выбору правильных формул и действиям по алгоритму. Обоснование действий не приводится, но его можно «добыть» в диалоге.	Выполняет аналитическое решение в формульном виде, поясняя словами каждое действие.
Написание математических формул.	Отображение формул стандартное. Математические операции сводятся к подстановке чисел в формулу. Решение в общем виде (аналитическое) – по запросу. Анализ полученного математического результата также проводится по запросу или, если условие задачи содержит данные только в буквенном виде.	Отображение формул стандартное, хотя встречаются смысловые ошибки (например, $\vec{E} = k \cdot \frac{q}{r^2}$). Аналитическое решение проводится поэтапно.	Отображение формул стандартное, хотя встречаются ошибки в символьных обозначениях.
Обозначения символа вектора в формулах и операции с векторными величинами.	Умеет, но делает это не всегда. Если задача – школьная, типовая и достаточно простая, направления векторов задается в описательном виде, словами. Если задача более сложная (например, уровень ЕГЭ), то векторные выражения в аналитическом виде могут быть записаны.	Верно записывает векторные выражения, поясняя словами, как направлен тот или иной вектор, но изображать вектора и выполнять с ними геометрические действия не умеет.	Не умеет.
Создание поясняющих рисунков к задаче.	Не умеет: либо нет попыток, либо выполняет неадекватно.	Есть попытки изобразить поясняющие рисунки к решению задачи (например, силы, действующие на тело), однако не всегда верные.	Есть попытки изобразить поясняющие рисунки к решению задачи (например, силы, действующие на тело), но часто неудачные.
Построение графиков зависимостей физических величин.	Не умеет.	Система порой сама предлагает создать график. Однако, часто он график получается неадекватным физической ситуации (график ради графика) и непонятным.	ИИ способен создать график. Однако график получается упрощенным, для его рисования используются символы. Качество и адекватность графиков оставляет желать лучшего.
Получение количественных данных из графика.	Данные, отображенные на графике, не считываются.		
Интерпретация смысла графиков по общему виду.	Распознает общий вид графика, однако для интерпретации физического смысла, в условии задачи вид зависимости должен быть однозначно указан (например, $S(t)$).		
Получение информации из электрических схем.	Нет. Данные на схеме должны быть продублированы в текстовом условии задачи.	Данные считывает. Анализ схемы верен не всегда.	Данные считывает. Анализ схемы верен не всегда.

большинстве случаев испытуемые сразу удовлетворялись полученным ответом, пропуская даже грубые ошибки. Поиски уточнений и тонкостей физического смысла рассматриваемой в задаче ситуации осуществлялись ими только по указанию преподавателя и при условии его активной поддержки и сопровождения.

Заключение

Противодействовать внедрению систем искусственного интеллекта в обучение бессмысленно, поскольку их проникновение в образовательный процесс уже фактически состоялось. «Мы должны воспитать культуру критического отношения к ответам искусственного интеллекта. И кураж, чтобы эти ответы дополнять, и чтобы спорить с ними. Так человек сможет достигнуть состояния, когда он управляет машиной, а не машина управляет им» [26]. В нашей работе предпринята попытка воплотить эту общую стратегическую установку в конкретные методические решения. Представляется разумным научиться использовать в учебных целях методические достоинства использования искусственного интеллекта в учебных целях и минимизировать возможные риски. Эта идея может быть положена в основу нового метода обучения – метода верификации результатов поисковых запросов систем искусственного интеллекта.

Задачи по физике предоставляют собой прекрасное средство для этой цели, поскольку принципиально решение любой физической задачи подразумевает необходимость проверки ответа на реальность и на соответствие предельным и очевидным частным случаям, а способа решения – на адекватность рассматриваемой ситуации и попадание в граничные условия. Навыки

верификации информации включают в себя проверку логики рассуждений, причинно-следственных связей и корректность применения правил и законов в конкретной ситуации. Но если при традиционных методах обучения, получив ответ, учащийся сверял его с приведенным в задачнике или учебнике, то при использовании искусственного интеллекта он оказывается в ситуации необходимости не просто найти какой-то ответ, а перепроверить его несколько раз в других системах, в учебниках и другой учебной литературе, заслуживающей доверия.

Таким образом, метод нацелен на получение комплекса образовательных результатов (личностных, метапредметных и предметных результатов), зафиксированных в ФГОС СОО и ФГОС ООО.

Основными условиями успешности метода представляются нахождение оптимального баланса между традиционными и цифровыми средствами обучения, обновление содержания учебного материала для обучения, готовность всех участников образовательного процесса к постоянному развитию и адаптации к новым условиям [40]. Использование этого метода само собой требует переключения внимания с технических вопросов выполнения определенных учебных действий на содержательно-смысловые и причинно-следственные аспекты не только от ученика, но и от учителя. Предполагая, что ученик уже не останется «один на один» с заданием, а обратится к искусственному интеллекту, само задание нужно изначально формулировать так, чтобы заложить вопросы для дальнейшего обсуждения. Это естественным образом должно привести к повышению уровня учебного материала, отказу от простых вычислений по формуле в пользу качественного анализа полученных результатов. Возрастание роли качественных методов в

физических исследованиях и в обучении физике уже давно связывалось с возможностью проведения компьютерных вычислений, избавляющих в ряде случаев от необходимости построения строгого аналитического решения [41], но использование систем искусственного интеллекта значительно усиливает эту тенденцию.

Еще один важный аспект – организационный, который связан с построением урока и проверкой домашнего задания. При условии использования искусственного интеллекта модель урока «перевернутый класс» уже не выглядит чужеродной.

В поле нашего внимания были системы искусственного интеллекта, наиболее распространенные и хорошо разработанные, к которым можно сравнительно легко получить доступ, и вероятность обращения к которым со стороны учащихся достаточно высока.

Известно, что генеративный искусственный интеллект сам обучается на запросах пользователей. Уже созданы и достаточно успешно используются модели искусственного интеллекта, ориентированные на определенную область деятельности. Не исключено, что и в широком доступе скоро появится модель искусственного интеллекта, которая сможет разбираться с графиками, рисунками, электрическими схемами и более точно решать задачи по физике. В этом случае потребуется более значительный пересмотр всех методических подходов к обучению физике, к которым мы привыкли.

И, наконец, эффективность предлагаемого метода обучения на основе верификации результатов поисковых запросов систем искусственного интеллекта будет во многом зависеть от накапливающегося опыта его применения учителями и ожидаемых методических разработок педагогов-исследователей этой проблемы.

Литература

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 28.02.2025) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.04.2025), ст. 43, п.1.4.1.
2. Гладун А.Д. Миссия современного педагога // Физическое образование в ВУЗах. 2014. Т. 20. № 4. С. 5–7.
3. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://fgos.ru/fgos-ooo/>.
4. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://fgos.ru/fgos-soo/>.
5. Корешникова Ю.Н., Чернобай Е.В. Школа будущего: путь к самообучающейся организации // Образовательная политика. 2024. № 1 (97). С. 64–76. DOI: 10.17853/1994-5639-2024-1-64-76.
6. Шукина Г.И. Педагогические проблемы формирования познавательных интересов учащихся: для специалистов в области педагогики. М.: Педагогика, 1988. 203 с.
7. Аксенова И.В., Бурцева Е.Ю., Гоголашвили О.В., Кузнецова Н.М., Созонтова О.В., Стрельникова Т.Д., Углова Н.В. Методические рекомендации по активизации познавательной деятельности обучающихся. Липецк: ГАУДПО ЛО «ИРО», 2019. 169 с.
8. Морыженкова Е.А. Интегрированные уроки в школе как фактор развития познавательной активности учащихся // Вопросы современной науки: проблемы, поиски, решения. М.: ПЕРСПЕКТИВА, 2023. С. 95–103.
9. Усольцев А.П. Идеальный урок. М.: ФЛИНТА, 2013. 296 с.
10. Вараксина Е.И. Иллюстративный и доказательный учебный физический эксперимент // Учебная физика. 2021. № 4. С. 58–67.
11. Вохидов Э.Р. Роль и значимость практических занятий в освоении курса физики в специализированных школах // Мир образования – образование в мире. 2023. № 3 (91). С. 97–103. DOI: 10.51944/20738536_2023_3_97.
12. Медовикова Е.А., Морозова, И.С., Мороденко Е.В. Формирование готовности к личностному выбору выпускника основной школы средствами рефлексивных семинаров // Казанский педагогический журнал. 2024. Т. 30. № 1–2. С. 85–107. DOI: 10.11621/KPJ-24-05.
13. Усова А.В., Завьялов В.В. Учебные конференции и семинары по физике в средней школе. М.: Просвещение, 1975. 111 с.
14. Белянин В.А., Кречетова И.В., Целищева Л.В. Организация самостоятельной работы учащихся инженерных классов по решению и составлению задач по физике // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 10. С. 85–90. DOI: 10.17513/snt.39796.
15. Кубанычбекова Г., Юсупова А.М., Алгожоева Ж.Б. Самостоятельная работа на уроке как форма развития самостоятельности учащихся // Вестник Кыргызского Национального Университета имени Жусупа Баласагына. 2023. № 2 (114). С. 50–56. DOI: 10.58649/1694-8033-2023-2(114)-50-56.
16. Белоусова Ю.В. Цифровой сервис «Тесты» ФГИС «Моя школа» как инструмент оптимизации работы учителя // Калининградский вестник образования. 2024. № 3 (23). С. 33–41.
17. Демидова М.Ю. Государственная итоговая аттестация учащихся по физике: эволюция экзаменационных материалов // Педагогические измерения. 2018. № 2. С. 57–66.
18. Кухарев А.И. Теоретические основания для анализа организационных и педагогических условий реализации проектного обучения в школах // Отечественная и зарубежная педагогика. 2024. Т. 1. № 2 (98). С. 140–155. DOI: 10.24412/2224-0772-2024-98-140-155.
19. Федорова Н.Б., Кузнецова О.В., Огнева М.А. Проектная деятельность по физике в основной и старшей школе. Рязань: Рязанский государственный университет им. С.А. Есенина, 2021. 184 с.
20. Железнова А.Ф., Смирнова М.О. Развитие познавательной активности учащихся средней школы при изучении темы «диаграммы» на основе использования кейс метода // Актуальные проблемы современного образования. 2023. № 9(34). С. 233–241.
21. Гусева Н.Н. Применение игровых технологий на уроках математики в средней и старшей школе // Вестник+. 2024. № 1 (3). С. 61–65.
22. Тропникова В.В. Применение технологий геймификации в образовательном процессе в системе среднего профессионального образования // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2021. № 3. С. 86–96. DOI: 10.24412/2304-120X-2021-11016.
23. Атигаев А.С. Преподавание курса «Вероятность и статистика» обучающимся 7–9 классов с использованием технологии перевернутого класса и ИКТ // Universum: психология и образование. 2024. № 9 (123). С. 4–6.
24. Селиверстова Е.Н. Перевернутый класс: модный вызов или потребность времени? // Вестник Владимирского государственного университета им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. Серия: Педагогические и психологические науки. 2022. № 51 (70). С. 31–43.
25. Червонный М.А., Швалева Т.В., Власова А.А. Исследование готовности учителей физики к реализации STEM-образования // Russian Journal of Education and Psychology. 2020.

Т. 11. № 5. С. 93–108. DOI: 10.12731/2658-4034-2020-5-93-108.

26. Казакова Е.И., Кузьминов Я.И., «Мы должны воспитать культуру критического отношения к ответам искусственного интеллекта». О стоящих перед системой образования вызовах беседуют Елена Казакова и Ярослав Кузьминов // Вопросы образования. 2025. № 1. С. 8–24. DOI: 10.17323/vo-2025-25882.

27. Константинова Л.В., Ворожихин В.В., Петров А.М., Титова Е.С., Штыхно Д. А. Генеративный искусственный интеллект в образовании: дискуссии и прогнозы // Открытое образование. 2023. Т. 27. № 2. С. 36–48. DOI: 10.21686/1818-4243-2023-2-36-48.

28. Левченко И.В., Садыкова А.Р., Меренкова П.А. Модель вариативного обучения учащихся основной школы в области искусственного интеллекта // Информатика и образование. 2024. Т. 39. № 2. С. 16–24. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-16-24.

29. Черных С.И. Генеративный искусственный интеллект в обучении: перспективы новой дидактики // Философия образования. 2024. Т. 24. № 2. С. 74–86. DOI: 10.15372/PHE20240205.

30. DeepSeek [Электрон. ресурс]. Режим доступа: https://web.telegram.org/k/#@Neuro_Mentor_bot.

31. ChatGPT [Электрон. ресурс]. Режим доступа: https://web.telegram.org/k/#@martii_chat_botbot.

32. Открытый банк заданий ЕГЭ. Физика [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://fipi.ru/>.

33. Демидова М.Ю., Грибов В.А. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2024 года по физике [Элек-

трон. ресурс]. Режим доступа: https://doc.fipi.ru/ege/analiticheskie-i-metodicheskie-materialy/2024/fi_mr_2024.pdf /.

34. Ларченкова Л.А. Методическая система обучения решению физических задач в средней школе. СПб.: Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2013. 155 с.

35. Ларченкова Л.А., Лаптев В.В., Ляпцев А.В. и др. Познавательные барьеры при обучении физике в условиях использования информационных технологий. СПб.: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2022. 168 с.

36. GigaChat сдал ЕГЭ по обществознанию [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://lenta.ru/news/2023/11/23/sdal/>.

37. GigaChat сдал экзамен на врача [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://lenta.ru/news/2024/02/13/vracha/>.

38. Мариносян А.Х. ChatGPT-4 в обучении физике и математике: возможности, ограничения и перспективы совершенствования // Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования». 2024. № 4(70). С. 95–115.

39. Действительно ли большие языковые модели галлюцинируют? Эксперимент [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/yadro/articles/837744/>.

40. Носкова Т.Н. Дидактика цифровой среды. СПб.: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2020. 383 с.

41. Кондратьев А.С., Ларченкова Л.А., Ляпцев А.В. Инновационные аспекты применения качественных методов при обучении физике // Физическое образование в ВУЗах. 2009. Т. 15. № 4. С. 114–126.

References

1. Federal Law of 29.12.2012 № 273-FZ (as amended on 28.02.2025) «On Education in the Russian Federation» (as amended and supplemented, entered into force on 01.04.2025), Art. 43, p. 1.4.1. (In Russ.)

2. Gladun A.D. Mission of a modern teacher. Fizicheskoye obrazovaniye v VUZakh = Physics education in universities. 2014; 20; 4: 5-7. (In Russ.)

3. Federal state educational standard of basic general education [Internet]. Available from: <https://fgos.ru/fgos-ooo/>. (In Russ.)

4. Federal state educational standard of secondary general education [Internet]. Available from: <https://fgos.ru/fgos-soo/>. (In Russ.)

5. Koreshnikova Yu.N., Chernobay Ye.V. School of the Future: The Path to a Self-Learning Organization. Obrazovatel'naya politika = Educational Policy. 2024; 1(97): 64-76. DOI: 10.17853/1994-5639-2024-1-64-76. (In Russ.)

6. Shchukina G.I. Pedagogicheskiye problemy formirovaniya poznavatel'nykh interesov uchashchikhsya: dlya spetsialistov v oblasti pedagogiki = Pedagogical Problems of Forming Students' Cognitive Interests: for Pedagogics Specialists. Moscow: Pedagogy; 1988. 203 p. (In Russ.)

7. Aksenova I.V., Burtseva Ye.Yu., Gogolashvili O.V., Kuznetsova, N.M., Sozontova O.V., Strel'nikova T.D., Uglova N.V. Metodicheskiye rekomendatsii po aktivizatsii poznavatel'noy deyatel'nosti obuchayushchikhsya = Methodical Recommendations for Activating Students' Cognitive Activity. Lipetsk: GAUDPO LO «IRO»; 2019. 169 p. (In Russ.)

8. Moryzhenkova Ye.A. Integrated lessons at school as a factor in the development of cognitive activity of students. Voprosy sovremennoy nauki: problemy, poiski, resheniya = Issues of modern science: problems, searches, solutions. Moscow: PERSPECTIVE; 2023: 95-103.

9. Usol'tsev A.P. Ideal'nyy urok = Ideal lesson. Moscow: FLINTA; 2013. 296 p. (In Russ.)
10. Varaksina Ye.I. Illustrative and evidence-based educational physical experiment. *Uchebnaya fizika = Educational physics*. 2021; 4: 58-67. (In Russ.)
11. Vokhidov E.R. The role and significance of practical classes in mastering the physics course in specialized schools. *Mir obrazovaniya – obrazovaniye v mire = The world of education – education in the world*. 2023; 3(91): 97-103. DOI: 10.51944/20738536_2023_3_97. (In Russ.)
12. Medovikova Ye.A., Morozova, I.S., Morodenko Ye.V. Formation of readiness for personal choice of a secondary school graduate by means of reflective seminars. *Kazanskiy pedagogicheskiy zhurnal = Kazan Pedagogical Journal*. 2024; 30; 1-2: 85-107. DOI: 10.11621/KPJ-24-05. (In Russ.)
13. Usova A.V., Zav'yalov V.V. *Uchebnyye konferentsii i seminary po fizike v sredney shkole = Educational conferences and seminars on physics in secondary school*. Moscow: Education; 1975. 111 p. (In Russ.)
14. Belyanin V.A., Krechetova I.V., Tselishcheva L.V. Organization of independent work of students of engineering classes on solving and composing problems in physics. *Sovremennyye naukoymkiye tekhnologii = Modern science-intensive technologies*. 2023; 10: 85-90. DOI: 10.17513/snt.39796. (In Russ.)
15. Kubanychbekova G., Yusupova A.M., Algozhoyeva Zh.B. Independent work in the lesson as a form of developing students' independence. *Vestnik Kyrgyzskogo Natsional'nogo Universiteta imeni Zhusupa Balasagyna = Bulletin of the Kyrgyz National University named after Zhusup Balasagyn*. 2023; 2(114): 50-56. DOI: 10.58649/1694-8033-2023-2(114)-50-56.
16. Belousova Yu.V. Digital service «Tests» of the Federal State Information System «My School» as a tool for optimizing teacher work. *Kaliningradskiy vestnik obrazovaniya = Kaliningrad Bulletin of Education*. 2024; 3(23): 33-41. (In Russ.)
17. Demidova M.Yu. State final certification of students in physics: evolution of examination materials. *Pedagogicheskiye izmereniya = Pedagogical measurements*. 2018; 2: 57-66. (In Russ.)
18. Kukharev A. I Theoretical foundations for the analysis of organizational and pedagogical conditions for the implementation of project-based learning in schools. *Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika = Domestic and foreign pedagogy*. 2024; 1; 2(98): 140-155. DOI: 10.24412/2224-0772-2024-98-140-155. (In Russ.)
19. Fedorova N.B., Kuznetsova O.V., Ogneva M.A. *Proyektnaya deyatel'nost' po fizike v osnovnoy i starshey shkole = Project activities in physics in basic and high school*. Ryazan: Ryazan State University named after S. A. Yesenin; 2021. 184 p. (In Russ.)
20. Zheleznova A.F., Smirnova M.O. Development of cognitive activity of secondary school students in studying the topic «diagrams» based on the use of the case method. *Aktual'nyye problemy sovremennogo obrazovaniya = Actual problems of modern education*. 2023; 9(34): 233-241. (In Russ.)
21. Guseva N.N. Application of game technologies in mathematics lessons in middle and high school. *Vestnik+*. 2024; 1(3): 61-65. (In Russ.)
22. Tropnikova V.V. Application of gamification technologies in the educational process in the system of secondary vocational education. *Nauchno-metodicheskiy elektronnyy zhurnal «Kontsept» = Scientific and methodological electronic journal «Concept»*. 2021; 3: 86-96. DOI: 10.24412/2304-120X-2021-11016. (In Russ.)
23. Atigayev A.S. Teaching the course «Probability and Statistics» to students in grades 7-9 using the flipped classroom technology and ICT. *Universum: psikhologiya i obrazovaniye = Universum: psychology and education*. 2024; 9(123): 4-6. (In Russ.)
24. Seliverstova Ye.N. Flipped classroom: a fashionable challenge or the need of the time? *Vestnik Vladimirskogo gosudarstvennogo universiteta im. Aleksandra Grigor'yevicha i Nikolaya Grigor'yevicha Stoletovyykh. Seriya: Pedagogicheskiye i psikhologicheskiye nauki = Bulletin of the Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletov. Series: Pedagogical and psychological sciences*. 2022; 51(70): 31-43. (In Russ.)
25. Chervonnyy M.A., Shvaleva T.V., Vlasova A.A. Study of physics teachers' readiness to implement STEM education. *Russian Journal of Education and Psychology = Russian Journal of Education and Psychology*. 2020; 11; 5: 93-108. DOI: 10.12731/2658-4034-2020-5-93-108. (In Russ.)
26. Kazakova Ye.I., Kuz'minov Ya.I. «My dolzhny vospitat' kul'turu kriticheskogo otnosheniya k otvetam iskusstvennogo intellekta». O stoyashchikh pered sistemoy obrazovaniya vyzovakh beseduyut Yelena Kazakova i Yaroslav Kuz'minov =>«We must cultivate a culture of critical attitude towards the answers of artificial intelligence.» Elena Kazakova and Yaroslav Kuzminov discuss the challenges facing the education system. *Voprosy obrazovaniya = Education Issues*. 2025; 1: 8-24. DOI: 10.17323/vo-2025-25882. (In Russ.)
27. Konstantinova L.V., Vorozhikhin V.V., Petrov A.M., Titova Ye.S., Shtykhnо D.A. Generative artificial intelligence in education: discussions and forecasts. *Otkrytoye obrazovaniye = Open education*. 2023; 27; 2: 36-48. DOI: 10.21686/1818-4243-2023-2-36-48. (In Russ.)
28. Levchenko I.V., Sadykova A.R., Merenkova P.A. Model of variable learning of basic school students in the field of artificial intelligence. *Informatika i obrazovaniye = Computer science and*

education. 2024; 39; 2: 16-24. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-16-24. (In Russ.)

29. Chernykh S.I. Generative Artificial Intelligence in Education: Prospects of New Didactics. *Filosofiya obrazovaniya = Philosophy of Education*. 2024; 24; 2: 74-86. DOI: 10.15372/PHE20240205. (In Russ.)

30. DeepSeek [Internet]. Available from: https://web.telegram.org/k/#@Neuro_Mentor_bot.

31. ChatGPT [Internet]. Available from: https://web.telegram.org/k/#@martii_chat_botbot.

32. Otkrytyy bank zadaniy YEGE. Fizika = Open bank of tasks of the Unified State Exam. [Internet]. Available from: <https://fipi.ru/>. (In Russ.)

33. Demidova M.Yu., Gribov V.A. Metodicheskiye rekomendatsii dlya uchiteley, podgotovlennyye na osnove analiza tipichnykh oshibok uchastnikov YEGE 2024 goda po fizike = Methodological recommendations for teachers, prepared on the basis of the analysis of typical mistakes of participants of the 2024 Unified State Exam in Physics [Internet]. Available from: https://doc.fipi.ru/ege/analiticheskie-i-metodicheskie-materialy/2024/fi_mr_2024.pdf /. (In Russ.)

34. Larchenkova L.A. Metodicheskaya sistema obucheniya resheniyu fizicheskikh zadach v sredney shkole = Methodical system of teaching solving physics problems in high school. Saint Petersburg: Russian State Pedagogical University named after A.I. Herzen; 2013. 155 p. (In Russ.)

35. Larchenkova L.A., Laptev V.V., Lyaptsev A.V. et al. Poznavatel'nyye bar'yery pri obuchenii fizike

v usloviyakh ispol'zovaniya informatsionnykh tekhnologiy = Cognitive barriers in teaching physics using information technology. Saint Petersburg: Russian State Pedagogical University named after A.I. Herzen; 2022. 168 p. (In Russ.)

36. GigaChat passed the Unified State Exam in Social Science [Internet]. Available from: <https://lenta.ru/news/2023/11/23/sdal/>. (In Russ.)

37. GigaChat passed the exam to become a doctor [Internet]. Available from: <https://lenta.ru/news/2024/02/13/vracha/>. (In Russ.)

38. Marinosyan A.Kh. ChatGPT-4 in teaching physics and mathematics: possibilities, limitations and prospects for improvement. *Vestnik MGPU. Seriya «Informatika i informatizatsiya obrazovaniya» = Bulletin of Moscow State Pedagogical University. Series «Informatics and informatization of education»*. 2024; 4(70): 95–115. (In Russ.)

39. Deystvitel'no li bol'shiye yazykovyye modeli gallyutsiniruyut? Eksperiment = Do Large Language Models Really Hallucinate? Experiment [Internet]. Available from: <https://habr.com/ru/companies/yadro/articles/837744/>.

40. Noskova T.N. Didaktika tsifrovoy sredy = Didactics of the Digital Environment. Saint Petersburg: A. I. Herzen State Pedagogical University of Russia; 2020. 383 p. (In Russ.)

41. Kondrat'yev A.S., Larchenkova L.A., Lyaptsev A.V. Innovative Aspects of Using Qualitative Methods in Teaching Physics. *Fizicheskoye obrazovaniye v VUZakh = Physics Education in Universities*. 2009; 15; 4: 114-126. (In Russ.)

Сведения об авторе

Владимир Валентинович Лаптев

*Д.п.н., К.ф.-м.н., профессор,
профессор кафедры методики обучения физике,
академик РАО
Российский государственный педагогический
университет им. А.И. Герцена,
Москва, Россия*

Людмила Анатольевна Ларченкова

*Д.п.н., заведующий кафедрой методики обучения
физике, член-корреспондент РАО
Российский государственный педагогический
университет им. А.И. Герцена
Москва, Россия*

Алексей Анатольевич Лоза

*Российский государственный педагогический
университет им. А.И. Герцена, Москва, Россия*

Information about the author

Vladimir V. Laptev

*Dr. Sci. (Pedagogical), Cand. Sci. (Physics and
Mathematics), Professor, Professor of the Department
of Teaching Methods of Physics, Academician of the
Russian Academy of Education
A.I. Herzen Russian State Pedagogical University,
Moscow, Russia*

Lyudmila A. Larchenkova

*Dr. Sci. (Pedagogical), Head of the Department of
Methods of Teaching Physics, Corresponding Member
of the Russian Academy of Education
Russian State Pedagogical University named after
A.I. Herzen. Moscow, Russia*

Alexey A. Loza

*A.I. Herzen Russian State Pedagogical University,
Moscow, Russia*



Таксономия учебных целей с позиций ментального подхода

Цель. Цифровая трансформация образования определяет необходимость переосмысления целей и смыслов учебного процесса и, в настоящее время, связана с проблемами современности, расширением роли искусственного интеллекта.

Работа посвящена представлению таксономии учебных целей с позиций ментальной модели мышления, позволяющую проектировать новые образовательные результаты при цифровой трансформации образования.

Методология и методы. В отличие от таксономии Блума, главной целью современного образования является формирование и развитие вычислительного мышления. Основой для построения таксономии учебных целей служит ментальный подход, представляющий совокупность принципов и стратегий организации образовательного процесса, нацеленных на формирование и развитие когнитивных способностей обучаемого. Для выявления сущности вычислительного мышления применяется ментальная модель мышления, в которой когнитивные функции определяются механизмами восприятия, запоминания, структурирования и извлечения информации. В этой модели знания представляют структурную совокупность ментальных образов, ментальных схем и ментальных моделей с опорой на 1, 2, и 3-ю сигнальные системы.

Результаты. Рассмотрение ментальных особенностей современного человека в цифровом обществе, определение 3-й сигнальной системы в связке «человек + ИКТ + искусственный интеллект», в которой основную роль играют ментальные схемы и ментальные модели, позволило сформулировать этапность целевых установок образовательного процесса в виде таксономии учебных целей.

Таксономия учебных целей начинается с заданием ментальной энтропии – как предметным полем будущей профессиональной

деятельности специалиста, содержащим вопросы, задачи и проблемы. Они могут быть сформулированы традиционными учебными целями в виде: знать, уметь, владеть. Конкретизация этих целей приводит к целевым ориентирам по составу, объему и содержанию предметных ментальных образов, ментальных схем и ментальных моделей. Совокупность ментальных образов, схем и моделей представляют знаниевый блок. Параллельно ему задается восходящий целевой блок универсальных когнитивных операций, которыми должен овладеть современный специалист. Вершиной таксономии является вычислительное мышление.

На основе ментальной модели мышления выявлена сущность вычислительного мышления и составлен набор универсальных когнитивных операций. Сформирован базовый состав ментальных моделей, определяющих когнитивное поведение человека в цифровом обществе.

Вычислительное мышление – это вид мышления с активацией понятийно–абстрактной и понятийно–машинной надстроек ментальных образов, ментальных схем и моделей в контуре 3–й сигнальной системы.

Заключение. Предложенная ментальная таксономия учебных целей определяет вектор направления цифровой трансформации образования для достижения главного результата – вычислительного мышления. Этапность формирования и качество вычислительного мышления определяется сформированностью набора универсальных когнитивных операций, объемом и содержанием ментальных образов, ментальных схем и ментальных моделей предметной области.

Ключевые слова: ментальная модель мышления, вычислительное мышление, универсальные когнитивные операции, ментальные модели, таксономия учебных целей.

Nikolay I. Pak

Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev, Krasnoyarsk, Russia

Taxonomy of Learning Goals from the Position of the Mental Approach

Purpose. Digital transformation of education determines the need to rethink the goals and meanings of the educational process and, at present, is associated with the problems of our time, the expansion of the role of artificial intelligence.

The paper is devoted to the presentation of the taxonomy of educational goals from the standpoint of a mental model of thinking, which allows designing new educational results in the digital transformation of education.

Methodology and methods. Unlike Bloom's taxonomy, the main goal of modern education is the formation and development of computational thinking. The basis for constructing the taxonomy of educational goals is a mental approach, which is a set of principles and strategies for organizing the educational process aimed at forming and developing the cognitive abilities of the student. To identify the essence of computational thinking, a mental model of thinking is used, in which cognitive functions are determined by the mechanisms of perception, memorization, structuring and retrieval of information. In this model, knowledge is a structural set of mental images; mental schemes and mental models based on the first, second, and third signal systems.

Results. Consideration of the mental characteristics of a modern person in a digital society, definition of the 3rd signal system in

the “person + ICT + artificial intelligence” link, in which mental schemes and mental models play the main role, made it possible to formulate the stages of the educational process target settings in the form of the taxonomy of educational goals.

The taxonomy of educational goals begins with the assignment of mental entropy - as a subject field of the future professional activity of a specialist, containing questions, tasks and problems. They can be formulated by traditional educational goals in the form of: know, be able to, master. The specification of these goals leads to target guidelines for the composition, volume and content of subject mental images, mental schemes and mental models. The set of mental images, schemes and models represent a knowledge block. In parallel, an ascending target block of universal cognitive operations is set, that a modern specialist must master. The pinnacle of the taxonomy is computational thinking. Based on the mental model of thinking, the essence of computational thinking is revealed and a set of universal cognitive operations is compiled. The basic composition of mental models that determine human cognitive behavior in a digital society is formed.

Computational thinking is a type of thinking with the activation of conceptual–abstract and conceptual–machine superstructures of

mental images, mental schemes and models in the circuit of the third signal system.

Conclusion. The proposed mental taxonomy of educational goals determines the vector of the direction of digital transformation of education to achieve the main result - computational thinking. The stages of formation and the quality of computational thinking are

determined by the formation of a set of universal cognitive operations, the volume and content of mental images, mental schemes and mental models of the subject area.

Keywords: mental model of thinking, computational thinking, universal cognitive operations, mental models, taxonomy of learning goals.

Введение

Необходимость переосмысления целей и смыслов образования в настоящее время связана с проблемами современности, расширением роли искусственного интеллекта. Учебные цели нуждаются в их четкой, разумной и диагностичной постановке. Формирование нового мировоззрения при цифровой трансформации общества, достижения в области исследований разума определяют важность вычислительного мышления, которое имеет много трактовок и интерпретаций. Противоречие между необходимостью формировать вычислительное мышление как основного результата образования и существующими разными расплывчатыми мнениями по способам его развития делает актуальными вопросы выявления его сущности и целевых установок в учебных дисциплинах.

В образовательной среде известна таксономия Блума – как система учебных целей, которые классифицированы по четырем позициям: знания фактов; концептуальные знания; процедурные знания; метакогнитивные знания. Ее примечательным фактом является соединение когнитивных процессов и знаний в виде матрицы таксономии, помогающей разумно определить учебные цели и задачи [1]. Таксономия Блума включает шесть уровней: знание, понимание, применение, анализ, синтез и оценка. При этом каждый уровень содержит ряд когнитивных действий, типа «описать», «объяснить», «определить признаки», «сформулировать иначе» и т.п.

Цель работы – описать таксономию учебных целей на

основе совокупности ментальных моделей, определяющих сущность вычислительного мышления с позиций третьей сигнальной системы, и которая позволит проектировать новые образовательные результаты при цифровой трансформации образования.

В последнее время главной учебной целью стали признавать вычислительное мышление. Формирование нового мировоззрения при цифровой трансформации общества, достижения в области исследований разума определяют важность вычислительного мышления, которое, по мнению Хеннера Е.К., должно стать одной из ключевых задач российского образования [2]. Когнитивный характер вычислительного мышления можно связать с ментальными моделями – как специфическими формами индивидуального ментального опыта, влияющими на протекание когнитивных процессов [3]. Холодная М.А. рассматривает ментальный опыт как сложную систему, включающую в себя интеллектуальные структуры (когнитивные процессы) и неинтеллектуальные факторы (ментальные модели, когнитивные стили и индивидуальные особенности). Мозг

создает ментальные модели действительности, а их применение повышает качество мышления и способности принимать решения. При этом ментальные модели могут быть конструктивными и деструктивными. «Когда у вас в руках молоток, всё вокруг кажется гвоздём» [4].

Сущность понятий «знание» и «умение» с позиций ментального подхода

Для построения современной таксономии учебных целей воспользуемся ментальным подходом [5]. Ментальный подход в образовании нацелен на формирование и развитие у учащегося когнитивных способностей, связанных с восприятием, запоминанием, структурированием и извлечением из памяти информации.

Обобщенная ментальная модель мышления опирается на иерархическую восходящую структуру запоминаемой информации в памяти, которая представляет совокупность ментальных образов окружающей реальности. Ментальный образ представляет синтезированное образование из пяти–модальных компонент по чувственным ощущениям (зрительным, слуховым, так-

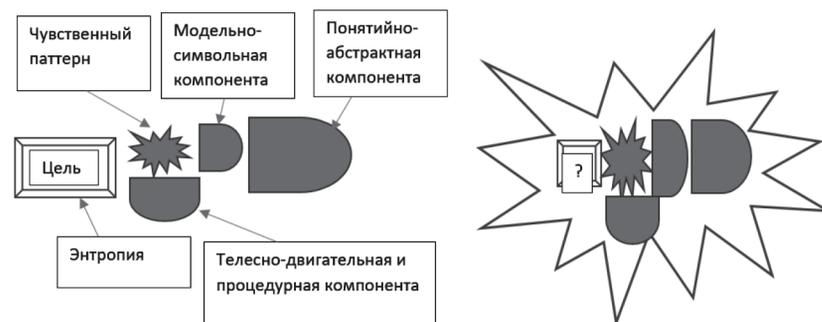


Рис. 1. Структура ментального образа

Fig. 1. Structure of the mental image

тильным, обонятельным, вкусовым).

Для фиксации и обмена опытом необходимо, чтобы ментальные образы обрели вербальную оболочку в виде понятий, сначала на модельном уровне (замещение, звуковое и телесное подражание образу, приближенного к физической реальности), затем в языковой среде, образуя символично-понятийную надстройку (состоит условно из двух компонент: модельно-символьной и понятийно-абстрактной) (Рис.1). Поскольку отражение воспринимаемого объекта среды связано с его взаимодействием, то в образе инкапсулируются телесно-двигательные рефлексы и процедурные действия (физические и умственные). Понятия являются общепринятыми сообществом наименованиями и обозначениями объектов реального мира и протекающих в нем процессов и явлений. Символьно-понятийная и процедурная компоненты ментального образа образуют *информационную модель* отраженной физической реальности.

Ментальный образ отраженной реальности имеет *целевой блок* в виде неопределенности, которую устраняет сам факт фиксации и формирования образа. Эту ментальную энтропию можно обозначать в виде удивления, вопросов, целей и задач. Снятие неопределенности определяется фиксацией чувственного следа, заданием его модельно-символьным представлением, далее по восходящей – на понятийно-абстрактном уровне.

Ментальные образы связываются между собой в *ментальные схемы* путем обобщения, ассоциирования и комбинирования для решения конкретных задач. В свою очередь, обобщение, комбинирование и суперпозиция ментальных схем определяют *ментальные модели*, определяющие стратегии мыслительного процесса (рис.2).

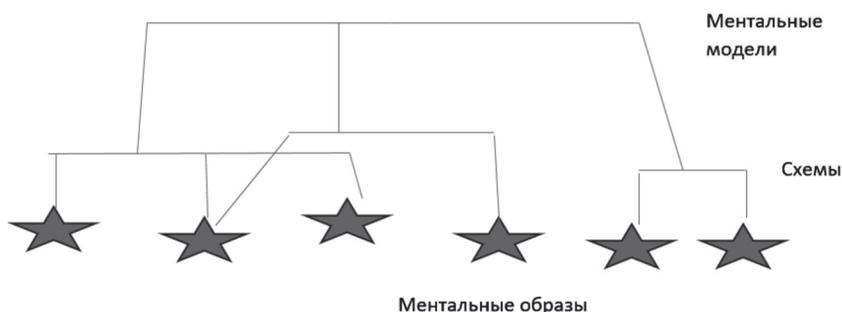


Рис. 2. Структура запоминаемой информации в памяти

Fig. 2. Structure of the stored information in memory

С позиций ментального подхода *знание* – это совокупность ментальных образов (МО), ментальных схем (МС) и ментальных моделей (ММ).

МО – это сумма пространственно-временных импульсов в нейронной сети мозга, получаемых от физической реальности и образующих структурную инварианту, включающую чувственные, символично-понятийные и деятельностные компоненты (определяют смысловое облако или информационную модель физической реальности).

МС – представляют обобщенные и ассоциированные структурно-ментальные схемы решения однотипных задач. На чувственном уровне – формируются на основе безусловных и условных рефлексов, образующие элементарные телесно-двигательные действия (примитивы), с помощью которых про-

являются сложные физические и умственные действия. На символично-понятийном уровне – формируются с помощью измерительных мер, расчетных и логических элементарных задачных примитивов. Визуализацию этих схем удобно представлять в виде ментальных карт (интеллект-карт) [6], структурно-ментальных схем Асауленко Е.В. [7], опорных сигналов Шаталова В.Ф. [8], структурных схем Егидеса Е.М. [9] и др. Ментальные схемы представляют инкапсуляцию понятийного тезауруса ментальных образов и понятийного тезауруса физических действий. Структура МС позволяет говорить о зарождении, восходящем и рекурсивном развитии этого типа знаний (Рис. 3).

ММ – представляют комбинированные и суперпозиционные структуры из МО и МС,



Рис. 3. Структура знаний с позиций ментального подхода

Fig. 3. Structure of knowledge from the perspective of the mental approach

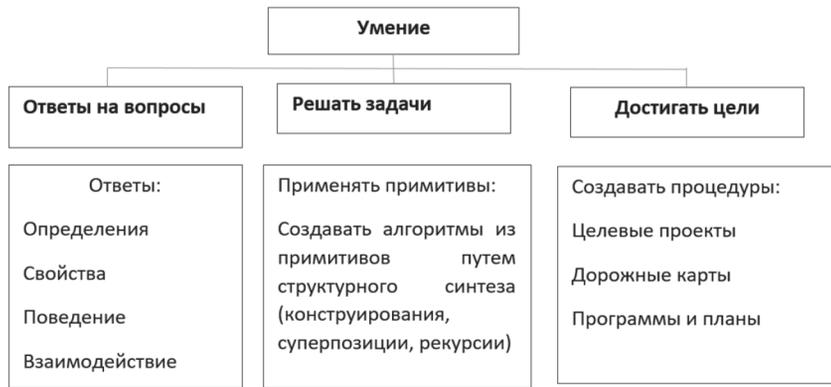


Рис. 4. Структура умений с позиций ментального подхода

Fig. 4. Structure of skills from the perspective of the mental approach

позволяющие моделировать достижение целей в физической и абстрактной деятельности. Они представляют идеи, концепции и способы познания и приспособления к окружающей среде. Большой набор ментальных моделей описан в книге Вайнберг Габриель, Макканн Лорен «Супермышление. Как обходить ментальные ловушки и принимать эффективные решения» [4].

Умения – это способность использовать *знания* для снятия неопределенности вопросов, решения конкретных задач, достигать поставленных целей (рис. 4).

Формирование и развитие знаний и умений осуществляется с помощью накопленных знаний и умений (рекурсивно), опираются на когнитивные способности мышления: при восприятии и распознавании информации (речь, чтение, графика и пр.), при обработке и структурировании информации (обобщение, ассоциация, аналогия, комбинирование, рекурсия, суперпозиция), при извлечении информации (язык, символизация-кодирование).

Таким образом, *знания* человека – это совокупность его МО, МС, ММ, определяющих его *умения* снимать неопределенность на вопросы, решать задачи и достигать целей в физической и абстрактной деятельности на основе своих когнитивных способностей.

Универсальные когнитивные операции и вычислительное мышление

Для формирования знаний и умений, а также для организации мыслительного процесса нужно наличие определенных когнитивных функций и операций (когнитивные способности человека).

Мышление представляет функцию головного мозга по восприятию, запоминанию, обработке и использованию (извлечению) информации. Определим какие когнитивные функции и операции используются в этих мыслительных процедурах.

Восприятие осуществляется с помощью когнитивных функций узнавания, распознавания, воображения, понимания.

Запоминание происходит на основе когнитивных функций суммации сенсорных ощущений физической реальности в виде чувственного паттерна, фиксации символично-понятийной и телесно-деятельностной надстройки (образование ментальных образов МО).

Обработка осуществляется на основе когнитивных функций обобщения МО, сетевого объединения МО (их компонент) путем ассоциаций, и когнитивных операций при формировании ментальных схем (МС) по решению задач, и ментальных моделей (ММ) для разрешения сложных жизнен-

ных ситуаций. Эти операции обработки информации можно определить – как **универсальные когнитивные операции**:

1. Итерация – циклический повтор операций с некой сущностью с новыми данными;

2. Рекурсия – определение сущности через саму сущность;

3. Иерархия – уровневая подчиненность сущностей на основе отношения «части-целое»;

4. Сетевость – связывание сущностей в ансамбль взаимодействующих элементов в сеть без иерархии;

9. Суперпозиция – структуризация сущности в сущности;

10. Формализация – обобщение и символизация новых восходящих абстрактных сущностей;

11. Комбинирование – структуризация сущностей по принципу трансформера;

12. Преемственность – формирование сущности на основе концентрического принципа;

13. Наследование – сохранение качеств сущности при его эволюционном изменении;

14. Реконструкция – улучшение качеств сущности за счет апгрейда;

15. Инкапсуляция – суперпозиционная интеграция разных сущностей в одну сущность;

16. Кластеризация – группирование множества сущностей на классы по определенным признакам.

Известные универсальные учебные действия (УУД) в образовательных стандартах являются подмножеством указанных универсальных когнитивных операций.

Извлечение информации происходит с помощью когнитивных функций воображения (активация ментальных структур в памяти как идея, мысль), суждения (вербальное утверждение факта существования МО, МС, ММ) и умозаключения (логической цепочки из МО, МС, ММ) в виде вербального сообщения. Суждение и

умозаключение опираются на **составные универсальные когнитивные операции**: анализ, синтез, сравнение, абстрагирование, конкретизация, обобщение, классификация.

Знания и умения на базе МО, МС, ММ, универсальные когнитивные операции в условиях 3 СС, определяют сущность вычислительного мышления.

Вычислительное мышление – это современный тип мышления с активацией понятийно–абстрактной и понятийно–машинной надстроек ментальных образов, ментальных схем и моделей в контуре 3–й сигнальной системы [10].

Ментальная таксономия учебных целей

Таксономия учебных целей (Рис. 5) зарождается предметным полем будущей профессиональной деятельности специалиста, содержащим предметные вопросы, задачи и проблемы (ментальная энтропия). Это традиционно классические учебные цели в виде ЗУНов (в образовательных стандартах как: знать, уметь, владеть). Конкретизация этих целей приводит к целевым ориентирам по составу, объему и содержанию предметных МО, МС, ММ. Следующий восходящий целевой блок связан с формированием универсальных когнитивных операций, которые были перечислены выше. Их следует конкретизи-

ровать для каждой предметной области. Например, в информатике – итерации и рекурсии (как операции) следует связать с разработкой циклических и рекурсивных алгоритмов и программ, суперпозицию с методами разработки алгоритмов на основе структурной теоремы и т.д.

Вершиной таксономии учебных целей является вычислительное мышление.

Основу вычислительного мышления современного специалиста составляют ментальные модели, которые формируются обобщением конкретных сходных ситуаций. Например, ментальная модель открытой и закрытой архитектуры обобщается едиными принципами построения вычислительной техники, устройства жилья, социальных институтов и т.п. Перечислим ментальные модели, определяющие качество вычислительного мышления:

1. **Модель закрытой и открытой архитектуры системы.** Модели закрытых систем удобны для исследований их закономерностей с учетом законов сохранения. Модель открытой архитектуры обобщает ментальные схемы построения систем, позволяющих видоизменяться без коренной ломки: архитектура ПК, конвейеры на заводах и фабриках, устройство дома, трансплантация в медицине и др. Обычно открытая система определяется граничными условиями,

а закрытая – начальным состоянием. Наличие и уровень сформированности этой модели важна как с точки зрения фундаментализации IQ, так и для проектирования и конструирования систем окружающего мира, включая сложные и глобальные проекты. Вероятно, что больший вклад в формирование и развитие этой модели вносят курсы физики, основы вычислительной техники, строительные и технологические курсы.

2. **Модель процедурной и проективной системы.** Создание и изменение системы может происходить по двум подходам: процедурный – предполагает схему «один для многих» (испечь хлеб, написать книгу, изготовить деталь, в базах данных – отношения между записями и пр.); проективный – реализуется по схеме «многие для многих», чаще по модели открытой архитектуры (вместе строим город, в организациях все участвуем в их развитии, создаем совместно образовательные сайты, порталы и платформы, системы искусственного интеллекта и пр.). Наличие и уровень сформированности этой модели важна как с точки зрения фундаментализации IQ, так и для проектирования и конструирования систем окружающего мира, включая сложные и глобальные проекты: в образовании, медицине, технике и др. Вероятно, что вклад в основы и развитие этой модели могут вносить курсы по практически всем дисциплинам, если в них предусматривать, например, решение задач, выполнение учебных проектов индивидуально и коллективно. Особенно формирование этой модели проявляется при разработке и использовании облачных сервисов и приложений.

3. **Модель черного и белого ящиков.** Применение и изучение системы может происходить путем анализа отклика системы на определенные воз-

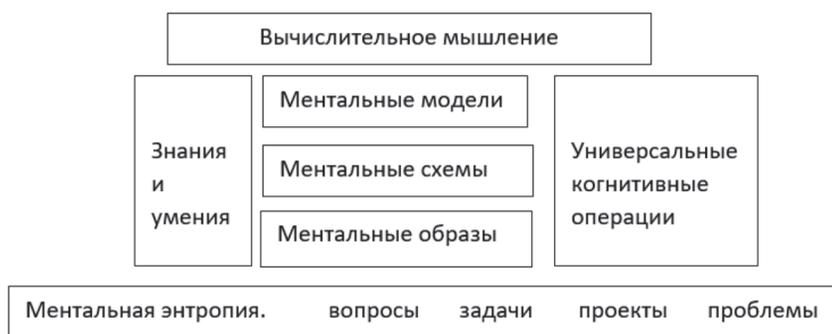


Рис. 5. Ментальная таксономия учебных целей
Fig. 5. Mental taxonomy of learning objectives

действия без знания ее внутренней сущности, либо при целенаправленном взаимодействии с системой с пониманием ее структуры и компонент. Примеры: использование ПК (черный ящик) рядовым пользователем или разработчиком ПК (белый ящик), классическое тестирование знаний ученика (черный ящик) или адаптивное (белый ящик), эксплуатация автомобиля любителем (черный ящик) или автомехаником (белый ящик).

4. *Модель части и целое.* Любая сущность состоит из совокупности сущностей. Система представляет совокупность взаимосвязанных элементов, каждая из которых представляет систему. Модель дает возможность любую сложную ситуацию упрощать до уровня ее разрешения, определяет процедуры решения задач сверху-вниз, снизу-вверх, на основе индукции и дедукции (умозаключение от частности к общему и наоборот), анализа и синтеза. Пример полезности модели – метод пирамиды Барбары Минто, который позволяет строить пирамидальное дерево вопросов для разрешения проблемной ситуации [11]. Еще один показательный пример – Евклидова геометрия, или модель атома. Основы модели следует формировать на уроках физики, математики, химии.

5. *Модель оценивания и измерения.* Оценивание свойств и качеств системы, объектов окружающего мира, происходит непрерывно при взаимодействии человека с физической и социальной реальностью. От мгновенного оценочного распознавания окружающей действительности зависит безопасность существования, счет и метрические измерения позволяют взаимодействовать с природой и обществом в ближайшее и долгосрочное время безопасно и комфортно. Оценивание и измерение являются важней-

шими когнитивными функциями мышления. В интеграции с ИКТ определяют сущность ЗСС. Необходимо уделять особое внимание во всех предметных дисциплинах, науках.

6. *Модель хаоса и порядка.* Определяет сущность физической, информационной и ментальной энтропии и негэнтропии. Определяет восходящий уровень удивления, познания от наивных детских вопросов, задач и целей к проблемным ситуациям. Модель важна для умения задавать вопросы, ставить задачи, формулировать цели и проблемы. Нужен отдельный курс в школе и вузе, который нацелен на формирование исследовательских компетенций и этой модели.

7. *Модель эволюции и революции.* Процессы, события и явления могут протекать плавно, непрерывно (эволюционно), либо скачкообразно (революционно). Эволюционные системы устойчивы, инерционны, полезны для определенных этапов жизни, для функционирования систем в определенные временные этапы. Революционные процессы важны для обновления устаревших систем, ускорения процессов для достижения целей, но несут с собой коренную ломку, разрушение старого.

8. *Модель локализации и глобализации.* Обеспечивает два подхода к адаптации системы: к конкретной ситуации путем упрощения и рассмотрения лишь ограниченного набора элементов и условий; к интегрированным объединениям в экономике, политике, науке и образовании. Локализация важна для выявления ошибок и поведения системы, например, при отладке программ, выявления и устранения сбоев, неполадок в работе сложных систем. Глобализация позволяет расширять границы конкретной системы для ее вхождения и взаимодействия с другими системами. Например, локальные сети включа-

ются в глобальные, торговые точки – в торговые сети и пр.

9. *Модель статичности и динамики.* Относительно системы могут представляться стационарными (неизменное состояние покоя предметов, установившиеся процессы: течение реки, смена дня и ночи и пр.), либо в движении, меняющие состояния во времени (ветер, дождь, рост растений и пр.). Стационарные модели: создание порядка в доме, офисе (расставить вещи по местам), определение регламентов и процедур, например, распорядок дня, расписание, и пр. Динамические системы: непрерывная реконструкция и модернизация системы питания, жизнеобеспечения, образования, науки и пр. Вероятно, что каждому важно знать, что в жизни должно быть стационарно (устойчиво), а что должно видоизменяться. При решении задач, выполнении проектов следует искать новые пути и методы, иначе «инерционность» стационарных моделей ведет к застою, препятствует инновациям. Основы модели удобно формировать на уроках биологии, географии, физики, математической физики.

10. *Модель интерполяции и экстраполяции.* Восстановление отсутствующих сущностей внутри сущности и прогнозирование сущности вне сущности. Очень важная модель не только в науке и образовании, но и в личной жизни. Позволяет предвосхищать поведение и события систем в настоящем и будущем. Играет важнейшую роль в формировании «образа будущего». Необходимо формировать модель на уроках математики, физики, биологии, химии, курсах медицины и педагогики.

11. *Модель интуиции и классификации.* Интуиция – это вербально неосознанное знание (на уровне ИСС), позволяет осуществлять мыслительную деятельность на уровне «чутья», определяет научные

прорывы и создает базу для 2СС, для символизации и понятизации новых знаний. Это вектор вне наших знаний (определенности и осознанности). Классификация — это вербально осознанная систематизация знаний, проводящая к новым более глубоким знаниям. Это вектор внутрь наших знаний. Модель опирается на интерполяцию и экстраполяцию. В совокупности интуиция и классификация (вектор вовне и внутрь) позволяют моделировать и имитировать сложные системы для исследования их поведения во времени в зависимости от структуры элементов системы и их взаимодействия. Модель играет важную роль в компьютерном моделировании таких систем.

12. *Модель прямого и обратного хода.* Обычно решение проблемы осуществляется путем предвосхищения некоторой процедуры (думаем наперед). Такой прямой ход мыслительного процесса может быть эффективен при решении простых задач. Для сложных задач и проблем подобная прямота не всегда применима. Инверсия помогает находить решения, думая в обратном направлении.

13. *Модель последовательной и параллельной процедуры.* Любая совокупность действий, потоки данных, обработка данных может происходить последовательно или параллельно. Пример: электрические цепи, водоснабжение, конвейеры, алгоритмические конструкции, вычисления и пр. Модель определяет стиль поведения человека и его мышления.

14. *Модель моно и многозадачности.* В отличие от модели последовательной и параллельной процедуры, предполагает выполнение нескольких задач в режимах: разделения времени (все задачи выполняются одновременно по процедуре последовательного решения части задач по дискретным вре-

менным отрезкам), поэтапного разделения задач (очередность выполнения этапов всех задач, а не самих задач). На каждом промежуточном уровне этих режимов могут использоваться модели последовательной и параллельной процедуры.

15. *Модель достатка и избыточности.* Для функционирования системы используются определенные ресурсы, которые могут быть ограничены или практически неограниченны (возобновляемые). Привлечение избыточных ресурсов связано с предвосхищением восполнения и возобновления необходимых элементов для функционирования системы в настоящем и будущем. Модель должна опираться на интерполяцию и экстраполяцию, цену и качество ресурсов. Модель избыточности заставляет создавать резервные копии продуктов, программ, файлов, критических компонент системы, иметь в наличии план Б, или «подушку безопасности». Достаточность определяет оптимальность ресурсов, важна в условиях ограничений.

16. *Модель реального и отсроченного времени.* Сегодня чаще о них говорят, как о моделях онлайн и оффлайн взаимодействия. Эта сущность определяет поведение человека и систем при решении вопросов в текущий момент времени или с отложенным стартом. Играет важную роль для планирования и формирования образа будущего, экономит ресурсы и обеспечивает комфортность взаимодействия.

17. *Модель прямого и последовательного доступа.* Важная модель в системах массового обслуживания, в быту и технике, информационных системах. Опирается на модели очереди, устройствах в форме стека. Оптимизирует некоторые виды деятельности и мышления за счет механизма индексации, хранения и передачи информации.

18. *Модель клиент-сервер.*

Определяет централизованные и распределенные системы в быту, социальных системах (образование, политика, общество и пр.), в науке и технике.

19. *Модель цена и качество.* При создании системы возникает вопрос оптимального соотношения цены и качества. Решение этого вопроса связано с метричностью, умением оценивать количественно и качественно элементы, объекты и системы.

20. *Модель спроса и предложения.* Определяет естественные и эволюционные условия равновесия конкурентных систем. Например, в экономике цена за товар или сервис будет меняться, пока не остановится в точке, где спрос равен предложению. Это приводит к равновесию цены и качества ресурса.

21. *Модель апгрейд и кросс-платформенности.* Апгрейд — это процесс улучшения существующих продуктов или систем, чтобы достичь более высокого качества, производительности или функциональности, например, путем замены компонентов, добавления новых функций и устройств, обновления программного обеспечения. Кроссплатформенность — это способность системы работать в разных новых условиях, например, для программного обеспечения работать с несколькими аппаратными платформами или операционными системами без необходимости значительных изменений в коде или функционале. Модель опирается на принципы открытой архитектуры и проективности, реализует модели эволюции и революции, цены-качества за счет преемственности, наследования, инкапсуляции.

22. *Модель накопления и упорядочения.* Определяет поиск необходимых ресурсов, их хранение (склады, резервуары, базы данных и пр.) для последующего использования.

23. *Модель сепарации и инкапсуляции.* Многие процессы и системы иногда удобно сепари-

ровать для получения объектов с новыми качествами (получение из молока сливок или творога, бензина из нефти, из компьютера сделать музыкальный центр и пр.). Внедрение некоторых объектов в другие может существенно изменить инкапсулированные объекты (катализаторы в химии, объектно-ориентированное и визуальное программирование и пр.).

Очевидно, что перечисленный набор моделей не является полным. В каждой предметной области следует выделять учебные элементы и модули, позволяющие формировать те или иные ментальные модели. При этом практические задания следует делать *модельно-ориентированными*, нацеленными на формирование тех или иных ментальных моделей.

Заключение

Стремительное становление цифрового общества и ментальные особенности со-

временного человека определяют эволюционное формирование 3-й сигнальной системы в связке «человек + ИКТ + искусственный интеллект». Она порождает современный тип мышления, получившей название «вычислительное» (computational thinking), в которой основную роль играют ментальные схемы и ментальные модели. В этой связи возникает необходимость переосмысления целей и смыслов образования. Таксономия учебных целей начинается с заданием ментальной энтропии, представляющей предметное поле будущего специалиста в виде классических: знать, уметь, владеть. Ментальная модель мышления позволяет эти цели связать с предметными ментальными образами, ментальными схемами и ментальными моделями, определяющими суть *знаний и умений*. Качество мышления во многом зависит от когнитивных способностей

человека, позволяющих осуществлять *универсальные когнитивные операции*, связанные с восприятием, запоминанием, структурированием и извлечением информации. Вершиной таксономии является вычислительное мышление.

Ментальный подход [12] позволил определить набор универсальных когнитивных операций и сформировать базовый состав ментальных моделей, определяющих когнитивное поведение человека в цифровом обществе.

Предложенная ментальная таксономия учебных целей определяет вектор направления цифровой трансформации образования для достижения главного результата – вычислительного мышления. Его качество определяется сформированностью набора универсальных когнитивных операций, объемом и содержанием ментальных образов, ментальных схем и ментальных моделей.

Литература

1. Пройдаков Э. М. Большой англо-русский толковый словарь по вычислительной технике и информационным технологиям (ВТ и ИТ). М.: РТСофт, 2015.
2. Баженова И.В., Клунникова М.М., Пак Н.И., Пушкарева Т.П., Хеннер Е.К. Кластер дисциплин как платформа развития вычислительного мышления студентов. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2021. 184 с.
3. Холодная М.А. Теория интеллекта Б.Г. Ананьева: ретроспективный и перспективный аспекты // Психологический журнал. 2007. Т. 28. № 5. С. 49–60.
4. Вайнберг Габриель, Макканн Лорен. Супермышление. Как обходить ментальные ловушки и принимать эффективные решения. М.: ЭКСМО, 2021. 480 с.
5. Пак Н.И. Ментальный подход к цифровой трансформации образования // Открытое образование. 2021. № 25 (5). С. 4–14.
6. Тони Бьюзен Интеллект-карты. Полное

руководство по мощному инструменту мышления. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2108. 208 с.

7. Асауленко Е.В. Искусственный интеллект с позиции ментальных схем // Открытое образование. 2014. № 4. С. 50–54.

8. Шаталов В.Ф. Точка опоры: об экспериментальной методике преподавания. М.: Педагогика, 1987. 158 с.

9. Егидес А.П., Егидес Е.М. Лабиринты мышления или Учеными не рождаются. М.: АСТ-Пресс книга, 2004. 320 с.

10. От Павлова до ChatGPT: как LLM перевернули наше понимание мышления [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/851836/>.

11. Минто Б. Золотые правила Гарварда и McKinsey. Принцип пирамиды в мышлении, деловом письме и устных выступлениях. М.: Миф, 2007. 272 с.

12. Пак Н.И. Ментальный подход в образовании. Красноярск: РИО КГПУ им. В.П. Астафьева, 2025. 148 с.

References

1. Proydakov E. M. Bol'shoy anglo-russkiy tolkovyy slovar' po vychislitel'noy tekhnike i informatsionnym tekhnologiyam (VT i IT) = Comprehensive English-Russian explanatory dictionary of computing and information technology (CT and IT). Moscow: RTSoft; 2015. (In Russ.)
2. Bazhenova I.V., Klunnikova M.M., Pak N.I., Pushkareva T.P., Khenner Ye.K. Klaster distsiplin kak platforma razvitiya vychislitel'nogo myshleniya studentov = Cluster of disciplines as a platform for developing students' computational thinking. Krasnoyarsk: Siberian Federal University; 2021. 184 p. (In Russ.)
3. Kholodnaya M.A. Teoriya intellekta B.G. Ananyev's theory of intelligence: retrospective and prospective aspects. Psikhologicheskiy zhurnal = Psychological journal. 2007; 28; 5: 49–60. (In Russ.)
4. Vaynberg Gabriyel', Makkann Loren. Supermyshleniye. Kak obkhodit' mental'nyye lovushki i prinimat' effektivnyye resheniya = Superthinking. How to bypass mental traps and make effective decisions. Moscow: EKSMO; 2021. 480 p. (In Russ.)
5. Pak N.I. Mental approach to the digital transformation of education. Otkrytoye obrazovaniye = Open education. 2021; 25(5): 4-14. (In Russ.)
6. Toni B'yuzen Intellekt-karty. Polnoye

rukovodstvo po moshchnomu instrumentu myshleniya = Mind Maps. A Complete Guide to a Powerful Thinking Tool. Moscow: Mann, Ivanov and Ferber; 2108. 208 p. (In Russ.)

7. Asaulenko Ye.V. Artificial intelligence from the standpoint of mental schemes. Otkrytoye obrazovaniye = Open education. 2014; 4: 50-54. (In Russ.)

8. Shatalov V.F. Tochka opory: ob eksperimental'noy metodike prepodavaniya = Fulcrum: on experimental teaching methods. Moscow: Pedagogy; 1987. 158 p. (In Russ.)

9. Yegides A.P., Yegides Ye.M. Labirinty myshleniya ili Uchenymi ne rozhdayutsya. Moscow: ACT-Press book; 2004. 320 p. (In Russ.)

10. From Pavlov to ChatGPT: how LLM changed our understanding of thinking [Internet]. Available from: <https://habr.com/ru/articles/851836/>. (In Russ.)

11. Minto B. Zolotyye pravila Garvarda i McKinsey. Printsip piramidy v myshlenii, delovom pis'me i ustnykh vystupleniyakh = Golden rules of Harvard and McKinsey. The pyramid principle in thinking, business writing and oral presentations. Moscow: Mif; 2007. 272 p. (In Russ.)

12. Pak N.I. Mental'nyy podkhod v obrazovanii = Mental approach in education. Krasnoyarsk: RIO KSPU named after V.P. Astafiev; 2025. 148 p. (In Russ.)

Сведения об авторе

Николай Инсебович Пак

Д.п.н., профессор

Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева,

Красноярск, Россия

Эл. почта: nik@kspu.ru

Information about the author

Nikolay I. Pak

Dr. Sci. (Pedagogical), Professor

Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev,

Krasnoyarsk, Russia

E-mail: nik@kspu.ru

Применение таксономии Блума для классификации результатов обучения в электронной информационно-образовательной среде

Цель исследования. Исследование направлено на создание комплексного подхода к оценке образовательных результатов, закладываемых разработчиками в образовательную программу. Такой подход может дополнить балльно-рейтинговую систему для обеспечения более детализированной и многогранной оценки, особенно в рамках электронных обучающих курсов и, как следствие, всей электронной-образовательной среды в целом.

Материалы и методы. В качестве основного методологического подхода в исследовании применяется компетентностный подход, в рамках которого оценка образовательных результатов ориентирована на степень сформированности компетенций, проектируемых в каждой дисциплине, реализуемых в образовательной программе. В качестве материалов были проанализированы рабочая программа учебной дисциплины, а также электронный обучающий курс, реализованный для выполнения самостоятельной работы по дисциплине на базе LMS. Использовались данные электронного журнала оценивания, формируемые по результатам контроля успеваемости студентов. Для анализа и последующей структуризации результатов обучения использована таксономия образовательных целей Б. Блума. Для обработки и сопоставления данных был применен метод матричного моделирования. Также из использованных методов исследования можно выделить анализ и синтез, экспертное оценивание, методы математической статистики (в обработке полученных матриц), а также сравнительный анализ эмпирических данных.

Результаты. В рамках исследования осуществлена аналитика возможностей БРС для оценки образовательных результатов. Для объективизации процесса измерения образовательных результатов в рамках дисциплины предложено использовать структурированную модель, основанную на таксономии образовательных целей Б. Блума.

Данный процесс реализуется следующим образом: электронный журнал курса импортируется в виде матрицы, в которой строки соответствуют студентам, а столбцы — элементам

оценивания (тесты, задания, проекты и т.д.). Параллельно формируется таксономическая (экспертная) матрица курса, где каждому элементу оценивания присваивается вес, отражающий уровень по таксономии Блума его вклада в достижение определенных компетенций. Операция умножения матрицы журнала оценок на таксономическую матрицу позволяет агрегировать индивидуальные достижения студентов с учетом уровней сформированности компетенций по каждому из уровней таксономии. Разработан алгоритмический подход к организации комплексного процесса оценки образовательных результатов, который включает этапы автоматизированного экспорта данных из LMS Moodle, формирования матриц, их последующего перемножения и визуализации полученных оценок в виде матрицы результата. Это не только обеспечивает объективизацию процедуры балльно-рейтинговой оценки, но и позволяет проводить регулярный мониторинг достижения запланированных образовательных результатов.

Проведена эмпирическая валидация предлагаемой методики на материале одной из учебных дисциплин, ведущейся с применением электронного обучающего курса. Сопоставление результатов, полученных с помощью предложенного алгоритмического подхода, с итоговыми результатами свидетельствует о практической состоятельности предложенной схемы и ее потенциале для масштабирования в других курсах и образовательных программах.

Заключение. Предложенный комплексный подход к оценке образовательных результатов обеспечивает сквозную прослеживаемость формирования компетенций и способствует повышению объективности, а также прозрачности процедуры контроля качества обучения.

Ключевые слова: компетентностный подход, образовательные результаты, электронная информационно-образовательная среда, электронный обучающий курс, LMS Moodle, таксономия Блума.

Tatyana V. Zyкова

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

Applying Bloom's Taxonomy for Classifying Learning Outcomes in an Electronic Information and Educational Environment

Purpose of research. The study aims to develop a comprehensive approach to assessing educational outcomes embedded by developers in educational programs. This approach can complement the point-rating system to provide a more detailed and multi-faceted assessment, especially within e-learning courses and, as a result, the entire electronic educational environment as a whole.

Materials and methods. The study is based on a competency-based approach, in which the assessment of educational outcomes is focused on the degree of competence formation as projected within each discipline and implemented in the educational program. The materials analyzed

included the work program of the academic discipline, as well as the electronic learning course implemented for independent work on the discipline, based on LMS. Data from the electronic gradebook, generated from the results of student performance monitoring, were also used. Bloom's taxonomy of educational objectives was utilized for the analysis and subsequent structuring of learning outcomes. Matrix modeling was applied for data processing and comparison. Additional research methods included analysis and synthesis, expert evaluation, methods of mathematical statistics (for processing the obtained matrices), as well as comparative analysis of empirical data.

Results. As part of the study, an analysis of the capabilities of the point-rating system (PRS) for assessing learning outcomes was conducted. To objectify the process of measuring educational results within a given course, it is proposed to use a structured model based on Bloom's taxonomy of educational objectives.

This process is implemented as follows: the electronic gradebook of the course is imported in a matrix form, where the rows correspond to students and the columns to assessment elements (quizzes, assignments, projects, etc.). At the same time, a taxonomic (expert) matrix of the course is formed, in which each assessment element is assigned a weight reflecting its level according to Bloom's taxonomy and its contribution to the achievement of specific competencies. By multiplying the gradebook matrix by the taxonomic matrix, it becomes possible to aggregate students' individual achievements, taking into account the levels of competency achievement according to each level of the taxonomy.

An algorithmic approach to organizing a comprehensive process of learning outcomes assessment has been developed. This approach includes the stages of automated data export from LMS Moodle,

matrix formation, their subsequent multiplication, and visualization of the obtained results as a results matrix. This not only ensures the objectivity of the point-rating assessment procedure but also enables regular monitoring of the achievement of the planned educational outcomes.

Empirical validation of the proposed methodology was carried out using the materials of a specific academic course delivered via an electronic learning environment. A comparison of the results obtained through the proposed algorithmic approach with the final results demonstrates the practical viability of the proposed scheme and its potential for replication in other courses and educational programs.

Conclusion. The proposed comprehensive approach to the assessment of educational outcomes ensures end-to-end traceability in the development of competencies and contributes to increased objectivity and transparency in the quality assurance procedure of education.

Keywords: competency-based approach, educational outcomes, electronic information and educational environment, electronic learning course, LMS Moodle, Bloom's taxonomy.

Введение

Сегодня процесс цифровой трансформации охватывает практически все сферы человеческой жизни, не обходя и образование. При этом широко применяемой технологией управления образовательным процессом является балльно-рейтинговая система (БРС), которая применяется не только для оценки знаний студентов, но также является основным источником информации об освоении образовательных результатов в виде сформированных компетенций, закладываемых в образовательную программу [1].

Тем не менее, оценка результатов обучения – это фундаментальный, но неизменно сложный и дискуссионный вопрос в образовании. Эта сложность связана с многогранностью самого учебного процесса и того, что именно должно быть измерено. Есть ряд причин, по которым традиционный подход к оценке результатов обучения (БРС) сталкивается с определенными трудностями [2]. Стандартные инструменты БРС часто ограничены (учитываются баллы за задания, посещаемость), но не всегда верно отражают качество полученных знаний и навыков, умение применять их на практике. На процесс оценки часто влияет человеческий фактор (разные преподаватели

могут по-своему интерпретировать стандарты, присуждать неодинаковые баллы за схожие ответы) даже при наличии четких критериев. Отдельную проблему представляет собой неоднородность контингента обучающихся (разный начальный уровень подготовки и мотивации), так как усложняет объективное и справедливое сопоставление их достижений. Современные подходы в обучении ориентированы на формирование комплексных компетенций (командная работа, коммуникация, критическое мышление), которые трудно поддаются структурированию и измерению исключительно в рамках БРС. Также важно учитывать мотивационные и поведенческие аспекты, поскольку обучающиеся иногда концентрируются на повышении своих баллов, а не на глубоком понимании и применении знаний и навыков, что приводит к искажению реальной оценки и снижает качество обучения.

Закономерным итогом обозначенных недостатков БРС является существование постоянных дискуссий относительно валидности и надежность данной системы. Важно понимать, что БРС является только инструментом для структурирования и формализации процесса оценки образовательного процесса [3]. За БРС часто скрыты личностные качества будущего специали-

ста. Поэтому важно использовать комплексный подход в оценивании: объединить количественные и качественные методы, чтобы получить более полное понимание о профессиональных и личных качествах будущего специалиста. Такой комплексный подход должен:

- включать количественные баллы;
- дифференцировать уровень освоения учебных материалов, акцентируя внимание на развитии высших когнитивных навыков;
- дополнять оценку на основе методов диагностики личностных качеств и надпрофессиональных компетенций (проектная деятельность, кейсы и т.д.).

Для реализации такого подхода можно использовать данные цифрового следа обучающихся, которые на сегодняшний день накопились в существенных объемах во всех образовательных организациях, которые применяют в процессе обучения электронные информационно-образовательные среды (ЭИОС). Большинство мировых и отечественных образовательных организаций уделяют особое значение развитию ЭИОС, включающих различные LMS, образовательные ресурсы, инструменты взаимодействия и коммуникации, оценки и контроля знаний, административ-

ные инструменты, интерактивные технологии и средства визуализации, системы поддержки пользователей.

Составляющими ЭИОС являются электронные образовательные курсы (ЭОК) [4], которые не стоят на месте, претерпели определенную эволюцию, благодаря технологическому развитию LMS, а также широкому развитию проектов, связанных с созданием электронных адаптивных обучающих курсов (АЭОК), персонализированных адаптивных обучающих систем (ПАОС). Главной особенностью которых является подбор образовательного контента, максимально соответствующего индивидуальным способностям, запросам и потребностям обучающегося [5,6]. Создание таких многоуровневых курсов и систем должна предполагать определенную структуру оценки формирования образовательных результатов.

Одним их подходов, помогающим структурировать и дифференцировать образовательные результаты ЭОК и, как итог, способный привести к комплексному подходу в оценке образовательной деятельности обучающихся, является таксономия Блума. Таксономия Блума – это иерархическая классификация когнитивных целей обучения, которая показывает различные уровни мыслительной деятельности. Она включает шесть уровней (от низших к высшим).

Таксономия Блума

В 1956 году Б. Блумом и его коллегами была предложена первая таксономия педагогических целей, представляющая собой иерархическую модель классификации образовательных результатов. Эта таксономия является мощным инструментом для создания курсов отдельных дисциплин, учебных планов образовательных программ, формулирования

целей обучения и оценки их достижения [7]. Это не просто иерархическая структура для классификации, а многомерная структура, которая показывает, что обучение происходит в различных измерениях и на различных уровнях. Ключевой аспект полноты таксономии Блума заключается в наличии нескольких доменов, каждый из которых описывает различные типы обучения и развития обучающихся. В 1956 году был предложен и детально разработан только когнитивный домен, но идея о трех доменах как о комплексной системе классификации целей обучения уже существовала. Многодоменная структура таксономии позволяет педагогам и разработчикам создавать и выстраивать более сбалансированные, продуманные и всесторонние цели обучения. Она подчеркивает, что истинное обучение выходит за рамки простого запоминания фактов. Для достижения глубокого понимания и высокой квалификации необходимо развивать не только интеллект, но и эмоциональную зрелость, а также практические навыки. Таким образом, таксономия Блума предлагает комплексный подход к процессу обучения, способствуя формированию более высококвалифицированных специалистов, компетентных и развитых личностей, способных не только мыслить, но и чувствовать, действовать. Таксономия включает три домена:

1. Когнитивный домен (cognitive domain). Был опубликован как первая часть таксономического подхода. Это наиболее известный домен, который направлен на приобретение знаний и формирование интеллектуальных навыков. Он включает в себя умственные процессы, связанные с обработкой информации, начиная от простого запоминания фактов (низший уровень) до создания новых идей и критической оценки (высшие уровни,

согласно пересмотренной таксономии). Модель включает шесть уровней, начинающихся с базового и предполагающих движение к более сложным: знание (knowledge), понимание (comprehension), применение (application), анализ (analysis), синтез (synthesis) и оценка (evaluation).

2. Аффективный домен (affective domain). Разработан и опубликован Д. Кратвулом в соавторстве с Б. Блумом и Б. Масией в 1964 году [8]. Этот домен занимается эмоциями, чувствами, отношениями, ценностями и мотивацией. Описывает как обучающиеся реагируют на явления, насколько они готовы принимать ценности, формировать свое отношение и внутренне организовывать их. Аффективный домен включает следующие уровни: восприятие (готовность получить), реагирование (активное участие), оценивание (присвоение ценности), организацию (интеграция ценностей в систему) и характеризацию (формирование характера на основе ценностей).

3. Психомоторный домен (psychomotor domain). Данный домен был разработан позже другими исследователями [9–11] как дополнение к таксономии Блума, чтобы описать и классифицировать цели обучения, связанные с физическими навыками, координацией. Он охватывает развитие точности, ловкости и мастерства в выполнении движений и манипуляций. Можно выделить следующие уровни психомоторного домена: имитация (повторение действия), манипуляция (выполнение по инструкции), точность (точное выполнение), сочленение (координация нескольких действий) и натурализация (автоматическое, естественное выполнение).

В данной работе остановимся более подробно на первом когнитивном домене таксономии. В 2001 году Л. Андерсо-



Рис. 1. Таксономия целей обучения (когнитивный домен)
 Fig. 1. Taxonomy of learning objectives (cognitive domain)

ном и соавторами была предложена пересмотренная версия таксономии Б. Блума [12]. Изменились формулировки уровней когнитивных процессов, их состав и порядок, сами названия были изменены, акцентируя внимание на активных процессах (см. рис. 1). Также было добавлено двумерное измерение знаний (фактологическое, концептуальное, процессуальное и метакогнитивное), термины и их определения были пересмотрены с учетом современных исследований.

В ряде публикаций конца 2010-х годов, например в [13], рассмотрена идея «перевернутой» пирамиды таксономии Блума применительно к онлайн обучению, а также в рамках деятельностного подхода. Для «традиционной» пирамиды Блума низшие уровни (знание, понимание) — это основа, на которой выстраиваются высшие уровни (применение, анализ, синтез, оценка), а в «перевернутой» пирамиде обучение выстраивается от результата, то есть от верхних иерархических уровней таксономии, а освоение более низких уровней происходит по мере востребованности по принципу “just in time”. Обучение согласно подходу «перевернутой» пирамиды Блума выстраивается вокруг проектов и реальных задач, которые сразу требуют навыков мышления

высших порядков. Данный подход подвергался немалой критике, но снискал и сторонников, так как современное обучение иногда целесообразно перестраивать, начиная не с базовых уровней, а относительно верхних, где по сути формулируется основная цель обучения и главный образовательный результат.

Актуальность модели Блума в контексте современных подходов к обучению для разработки учебных программ и оценки образовательных результатов была подчеркнута в работе [14]. На сегодняшний день многие преподаватели активно используют различные модели проектирования образовательных курсов, в том числе, основываясь на таксономии Блума. Например, в работе [15] представлена технологическая карта организации учебного процесса дисциплины с применением таксономии, реализуемой по смешанной модели обучения с использованием электронной информационно-образовательной среды на базе LMS Moodle.

Однако, на данный момент нет единого подхода, который бы позволял быстро осуществлять анализ образовательных данных по всем дисциплинам образовательной программы, проводя подробный анализ целей обучения, образовательных результатов и предмет-

ной области. Авторы предлагают подход, основываясь на таксономии Блума, который позволит оценить когнитивную составляющую целей обучения применительно ко всем дисциплинам учебного плана образовательной программы, если обучение осуществляется с применением электронных обучающих курсов, разработанных, например, на основе LMS Moodle.

Алгоритмический подход к оценке содержания ЭОК на основе таксономии Блума

Журнал оценок любого ЭОК дисциплины, реализуемой в LMS Moodle представляем матрицу (см. рис. 2). Элементы $j = 1, \dots, M$, представляют собой совокупность всех элементов курса, которые должен выполнить обучающийся. Максимальная оценка за каждый элемент равна w_j , $j = 1, \dots, M$, сумма баллов за весь электронный обучающий курс $W = \sum_{j=1}^M w_j$. Каждый студент i , $i = 1, \dots, N$ набирает за курс $X_i = \sum_{j=1}^M x_{ij}$ баллов.

Стоит отметить, что журнал оценок может содержать дополнительные столбцы, отвечающие за группировку оценок по различным модулям электронного курса, а также сами элементы курса могут быть просуммированы с различными весовыми коэффициентами для вычисления итогового балла за курс, но, в целом, это не меняет подхода представления журнала оценок в виде матрицы, представленной на рис. 2, подразумевая только дополнительную предобработку данных на начальном этапе исследования [16].

В электронном обучающем курсе необходимо выполнить классификацию элементов по уровням таксономии Блума (см. рис. 3).

Тогда курсу будет соответствовать экспертная матрица

Обучающийся	Элемент 1	Элемент 2	...	Элемент M	Общая сумма оценок за курс
	w_1	w_2	...	w_M	
Студент 1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1M}	X_1
Студент 2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2M}	X_2
...					
Студент N	x_{N1}	x_{N2}	...	x_{NM}	X_N

Рис. 2. Журнал оценок электронного обучающего курса в LMS Moodle

Fig. 2. Gradebook of the e-learning course in the LMS Moodle

Элементы курса	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	Всего баллы
Элемент 1	y_{11}	y_{12}		y_{16}	
Элемент 2	y_{21}	y_{22}	...			y_{26}	w_2
...							
Элемент M	y_{M1}	y_{M2}	...			y_{M6}	w_M
	Y_1	Y_2	...			Y_6	W

Рис. 3. Экспертная матрица распределения баллов за элементы ЭОК по уровням таксономии Блума

Fig. 3. Expert matrix of score distribution for the elements of the e-learning course by Bloom's taxonomy levels

Обучающийся	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	Сумма баллов
Студент 1	z_{11}	z_{12}		z_{16}	
Студент 2	z_{21}	z_{22}	...			z_{26}	X_2
...							
Студент N	z_{N1}	z_{N2}	...			z_{N6}	X_N

Рис. 4. Матрица распределения баллов за ЭОК по уровням таксономии Блума

Fig. 4. Score distribution matrix for the e-learning course by Bloom's taxonomy levels

распределения баллов за элементы ЭОК по шести уровням A_1, \dots, A_6 . По строкам, соответствующим элементам курса, записывается вклад (в баллах) $y_{jk}, j = 1, \dots, M, k = 1, \dots, 6$ в формирование уровня таксономии. Элемент курса может вносить вклад в формирование нескольких уровней A_k , некоторые $y_{jk}, j = 1, \dots, M, k = 1, \dots, 6$ могут равняться нулю. Суммарное значение баллов по строкам $\sum_{k=1}^6 y_{jk} = w_j, j = 1, \dots, M$ должно быть равно максимальной оценке за соответствующий элемент курса. Сумма баллов по столбцам $Y_k = \sum_{j=1}^M y_{jk}, k = 1, \dots, 6$ показывает максимальное значение баллов курса, отведенное экспертом (разработчиком курса) для уровня таксономии $A_k, k = 1, \dots, 6$. Максимальная оценка за весь электронный обучающий курс $W = \sum_{j=1}^M w_j = \sum_{k=1}^6 Y_k$.

В качестве результата получается матрица с распределением баллов, набранных студентами по уровням таксономии Блума (см. рис. 4).

Для вычисления количества баллов курса $z_{ik}, i = 1, \dots, N, k = 1, \dots, 6$, набранных студентом i по уровню таксономии $A_k, k = 1, \dots, 6$, необходимо скалярно умножить i -ю строку первой матрицы на k -й столбец второй, где предварительно все элементы $y_{jk}, j = 1, \dots, M$, отнормированы согласно вкладу соответствующего элемента $j, j = 1, \dots, M$ в формирование уровня $A_k, k = 1, \dots, 6$, то есть

$$z_{ik} = \sum_{j=1}^M x_{ij} \cdot \frac{y_{jk}}{w_j}.$$

Такой алгоритмический подход к оценке цифрового следа обучающихся в ЭОК на основе таксономии Блума может быть применен для любых ЭОК из ЭИОС и позволит дополнительно к итоговой оценке за дисциплину сделать выводы относительно структуры полученных образовательных

результатов, личностных качеств обучающегося, лучше понять его слабые и сильные стороны. Дополнительно к этому с помощью такой оценки можно проанализировать и сам ЭОК, сделать выводы о направленности курса, лучше понять его структуру, а также выработать стратегию изменения для получения лучших образовательных результатов.

Пример применения таксономии Блума для классификации результатов обучения по математическому анализу

Приведем пример классификации элементов ЭОК для дисциплины «Математическому анализу», реализуемой в Институте космических и информационных технологий Сибирского федерального университета (СФУ). Согласно учебному плану образовательной программы направления подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии», профиль 09.03.02.31 «Разработка компьютерных игр и приложений», дисциплина изучается в первом и втором семестрах с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (ЭО и ДОТ). В системе электронного обучения СФУ создан электронный обучающий курс (ЭОК) по математическому анализу.

Согласно действующему ФГОС ВО (3++) в рабочей программе дисциплины «Математический анализ» приведен перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с результатами освоения образовательной программы. В таблице приведен пример распределения по уровням таксономии Блума результатов обучения по модулю «Дифференциальное исчисление функции одной переменной» для более точного проецирования на элементы ЭОК.

Таблица (Table)

Результаты обучения по модулю «Дифференциальное исчисление функции одной переменной», распределенные по уровням таксономии Блума
Learning outcomes for the module “Differential calculus of a function of one variable”, distributed according to Bloom’s taxonomy levels

Уровень таксономии Блума	Результат обучения
1. Запоминание	Знать: основные понятия и определения производной, правила дифференцирования, основные теоремы дифференциального исчисления
2. Понимание	Понимать: геометрический смысл производной, условия существования и отсутствия производной, значение производной в условиях изменения функции
3. Применение	Уметь: находить производные функций, применять правила дифференцирования для решения задач, определять точки экстремума функции и использовать производные для анализа поведения функций
4. Анализ	Анализировать: поведение функции и ее производной на заданных интервалах, исследовать влияние изменения в функции на ее производную и график, определять интервалы возрастания (убывания), выпуклости функции
5. Оценивание	Оценивать: сравнивать подходы к решению задач на экстремумы, критически анализировать результаты, полученные с использованием методов дифференциального исчисления
6. Создание	Синтезировать: формулировать и проектировать прикладные задачи, в которых необходимо использовать производные, создавать математические модели, основанные на дифференциальном исчислении

Такой подход позволяет сопоставить результаты обучения и содержимое ЭОК с точки зрения рабочей программы дисциплины. Для этого необходимо классифицировать результаты обучения по уровням таксономии, как, например, это выполнено в таблице. Такой подход позволяет более точно определить, какие именно задания способствуют достижению конкретных образовательных результатов. Результатом такой предобработки материалов ЭОК является таксономическая экспертная матрица, общий вид которой был приведен на рис. 3., наличие которой обеспечивает возможность последующей алгоритмической оценки результатов обучения студентов.

Важно отметить, что при проектировании экспертной матрицы и соответствующей классификации элементов (заданий) ЭОК необходимо учитывать ряд важных факторов:

- общая трудоемкость дисциплины (задания должны

быть спроектированы с учетом часов, отводимых рабочей программой дисциплины на отдельные темы и модули);

- целостность и последовательность содержания (задания должны быть логически связаны и выстроены, учитывая иерархическую структуру таксономической модели);

- разнообразие методов оценки (важно использовать различные методы и формы оценки для обеспечения комплексного подхода к оценке результатов обучения);

- интеграция междисциплинарных связей (для достижения более высоких уровней таксономической модели можно использовать элементы смежных дисциплин);

- возможность формирования нескольких когнитивных уровней (при проектировании и классификации заданий необходимо учитывать, что одно задание может способствовать формированию нескольких таксономических уровней).

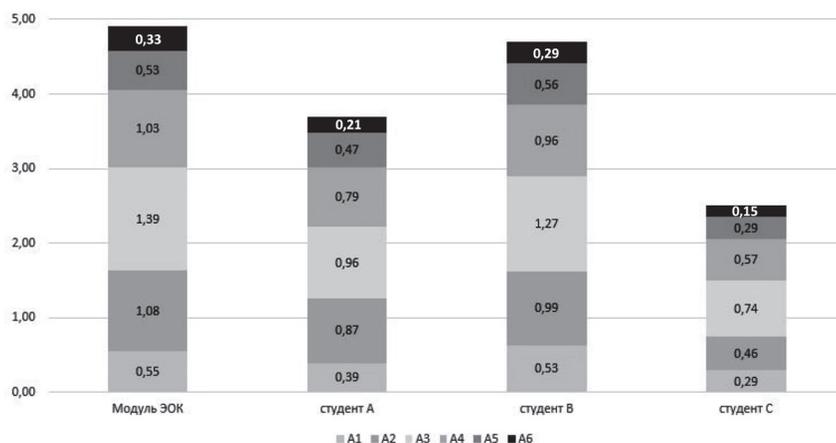


Рис. 5. Образовательные результаты студентов, классифицированные по уровням таксономии

Fig. 5. Educational outcomes of students classified according to taxonomy levels

В результате, структурирование материалов ЭОК в соответствии с таксономической матрицей и учет вышеуказанных факторов позволит обеспечить более точную оценку результатов обучения.

На рис. 5 приведен пример визуализации алгоритмической оценки образовательных результатов достигнутых студентами А, В, С по модулю «Дифференциальное исчисление функции одной переменной» дисциплины математический анализ. В левом столбце представлены запланированные показатели (столбцы значений эталонной таксономической матрицы ЭОК). Результаты отнормированы относительно БРС, что сразу показывает комплексную картину: балл, на который студент выполнял самостоятельную работу в ЭОК, а также их дифференцированную картину по уровням таксономии.

На основе данной гистограммы несложно сравнить ре-

зультаты студентов. Видно, что студент С продемонстрировал довольно низкие результаты уже на первом уровне «Запоминание», однако, продолжая выполнять задания, на уровне «Применение» смог получить удовлетворительный результат. Возможно, при правильном фокусировании на отдельных заданиях, он смог бы улучшить свои результаты, принимая во внимание результаты оценки его образовательной деятельности.

Заклучение

Таким образом, несмотря на свое широкое применение, балльно-рейтинговая система представляет собой лишь один из инструментов оценки, который, к сожалению, зачастую упрощает и обедняет истинную сложность процесса обучения. Чтобы получить по-настоящему полную и многомерную картину образовательных ре-

зультатов, необходимо использовать комплексный подход, который будет служить ценным дополнением к БРС.

Предложенный комплексный подход оценки результатов обучения на основе таксономии Блума позволит детально структурировать и объективно оценить образовательные результаты. В данной работе описано использование такого подхода применительно к ЭОК. Для электронных курсов ЭИОС такой подход может означать повышение качества содержания ЭОК. В частности, применение модели Блума позволит сделать оценку за электронный обучающий курс более многогранной и точной, особенно в отношении когнитивной составляющей. Это также поможет более ясно сформулировать уровни обучения, заложенные в курсе, выработать четкие измеримые цели, своевременно выявлять «слабые места» электронного обучающего курса, повысить уровень его персонализации, а также эффективно мотивировать обучающихся на достижение высших уровней когнитивного процесса, таких как анализ, синтез и оценка.

Комплексный подход к оценке качества образовательных результатов, примененный ко всем дисциплинам, реализуемым в образовательной программе, обеспечит сквозную прослеживаемость формирования компетенций и будет способствовать повышению объективности, а также прозрачности процедуры контроля качества обучения.

Литература

1. Сенечкая Л.Б., Боженова К.А. Балльно-рейтинговая система, как инструмент управления учебным процессом // *Deutsche Internationale Zeitschrift für Zeitgenössische Wissenschaft*. 2021. № 15. С. 42–44. DOI: 10.24412/2701-8369-2021-15-42-44.
2. Телепова М.В., Кривоножко К.А. Балльно-рейтинговая система оценивания и ее влияние на качество образовательного процесса // *Ratio et Natura*. 2021. № 2 (4).

3. Стариченко Б.Е. Балльно-рейтинговая система оценивания учебной деятельности студентов: вопросы назначения // *Педагогическое образование в России*. 2017. № 5. С. 116–125.
4. Zykova T.V., Shershneva V.A., Vainshtein Yu.V., Danilenko A.S., Kytmanov A.A. E-learning courses in mathematics in higher education // *Perspectives of Science and Education*. 2018. № 4 (34). С. 58–65.
5. Вайнштейн Ю.В., Есин Р.В., Шершнева В.А. Индивидуализация обучения матема-

тической логике в электронной информационно-образовательной среде // Перспективы науки и образования. 2020. № 5 (47). С. 147–159. DOI: 10.32744/pse.2020.5.10.

6. Вайнштейн Ю.В., Шершнева В.А. Адаптивное электронное обучение в современном образовании // Педагогика. 2020. № 5. С. 48–57.

7. Bloom B.S., Engelhart M.D., Furst E.J., Hill W.H., Krathwohl D.R. Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals, Handbook I: Cognitive domain, David McKay Company, New York, 1956.

8. Krathwohl D.R., Bloom B.S., Masia B.B. Taxonomy of educational objectives: Handbook II. Affective domain. White Plains: Longman Inc., 1964.

9. Dave R.H. Psychomotor levels. In R.J. Armstrong (Ed.), Developing and writing behavioral objectives. Educational Innovators Press. 1970. С. 33–34.

10. Simpson E. The Classification of Educational Objectives in the Psychomotor Domain. Gryphon House, Washington DC. 1972.

11. Harrow A.J. A Taxonomy of the Psychomotor Domain: A Guide for Developing Behavioral Objectives. McKay, New York. 1972.

References

1. Senetskaya L.B., Bozhenova K.A. Point-rating system as a tool for managing the educational process. Deutsche Internationale Zeitschrift für Zeitgenössische Wissenschaft. 2021; 15: 42–44. DOI: 10.24412/2701-8369-2021-15-42-44.

2. Telepova M.V., Krivonozhko K.A. Point-rating assessment system and its impact on the quality of the educational process. Ratio et Natura. 2021; 2(4). (In Russ.)

3. Starichenko B.Ye. Point-rating system for assessing students' educational activities: issues of purpose. Pedagogicheskoye obrazovaniye v Rossii = Pedagogical education in Russia. 2017; 5: 116–125. (In Russ.)

4. Zykova T.V., Shershneva V.A., Vainshtein Yu.V., Danilenko A.S., Kytmanov A.A. E-learning courses in mathematics in higher education. Perspectives of Science and Education. 2018; 4(34): 58–65.

5. Vaynshteyn Yu.V., Yesin R.V., Shershneva V.A. Individualizatsiya obucheniya matematicheskoy logike v elektronnoy informatsionno-obrazovatel'noy srede. Perspektivy nauki i obrazovaniya. 2020; 5(47): 147–159. DOI: 10.32744/pse.2020.5.10.

6. Vaynshteyn Yu.V., Shershneva V.A. Adaptive e-learning in modern education. Pedagogika = Pedagogy. 2020; 5: 48–57. (In Russ.)

7. Bloom B.S., Engelhart M.D., Furst E.J., Hill W.H., Krathwohl D.R. Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals, Handbook I: Cognitive domain, David McKay Company, New York; 1956.

8. Krathwohl D.R., Bloom B.S., Masia B.B.

12. Anderson L.W., Krathwohl D.R. et al eds. A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Allyn & Bacon. Boston, MA (Pearson Education Group), 2001.

13. Bialik M., Fadel C. Knowledge for the age of artificial intelligence: What should students learn? Center for Curriculum Redesign. Boston, Massachusetts. 2018. 48 с.

14. Forehand M. Bloom's Taxonomy. In: M. Orey (Ed.) Emerging Perspectives on Learning, Teaching and Technology. 2010.

15. Аксенова Н.В., Диденко А.В. Эффективные методы и подходы для разработки электронного курса // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2016. № 2(22). С. 108–114.

16. Зыкова Т.В., Вайнштейн Ю.В., Носков М.В. Оценка образовательных результатов в системе электронного обучения на основе таксономии // Новые образовательные стратегии в открытом цифровом пространстве. (Санкт-Петербург, 09–27 марта 2024). СПб.: Центр научно-информационных технологий Астерион, 2025. С. 51–56.

Taxonomy of educational objectives: Handbook II. Affective domain. White Plains: Longman Inc.; 1964.

9. Dave R.H. Psychomotor levels. In R. J. Armstrong (Ed.), Developing and writing behavioral objectives. Educational Innovators Press. 1970: 33–34.

10. Simpson E. The Classification of Educational Objectives in the Psychomotor Domain. Gryphon House, Washington DC; 1972.

11. Harrow A.J. A Taxonomy of the Psychomotor Domain: A Guide for Developing Behavioral Objectives. McKay, New York; 1972.

12. Anderson L.W., Krathwohl D. R. et al eds. A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Allyn & Bacon. Boston, MA (Pearson Education Group); 2001.

13. Bialik M., Fadel C. Knowledge for the age of artificial intelligence: What should students learn? Center for Curriculum Redesign. Boston, Massachusetts; 2018. 48 p.

14. Forehand M. Bloom's Taxonomy. In: M. Orey (Ed.) Emerging Perspectives on Learning, Teaching and Technology; 2010.

15. Aksenova N.V., Didenko A.V. Effective Methods and Approaches for Developing an Electronic Course. Professional'noye obrazovaniye v Rossii i za rubezhom = Professional Education in Russia and Abroad. 2016; 2(22): 108–114. (In Russ.)

16. Zykova T.V., Vaynshteyn Yu.V., Noskov M.V. Evaluation of Educational Results in the E-Learning System Based on Taxonomy. Novyye

obrazovatel'nyye strategii v otkrytom tsifrovom prostranstve. = New Educational Strategies in the Open Digital Space. (St. Petersburg, March 9-27,

2024). Saint Petersburg: Center for Scientific and Information Technologies Asterion; 2025: 51-56. (In Russ.)

Сведения об авторе

Татьяна Викторовна Зыкова

*К.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры прикладной математики и анализа данных
Сибирский федеральный университет,
Красноярск, Россия
Эл. почта: zkovatv@mail.ru*

Information about the author

Tatyana V. Zyкова

*Cand. Sci. (Physics and Mathematics), Associate Professor of the Department of Applied Mathematics and Data Analysis
Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia
E-mail: zkovatv@mail.ru*



Оценка цифрового следа участника интернет-взаимодействий с применением методов математической статистики

Цель исследования. В современном мире каждый человек является активным пользователем ресурсов, размещенных в глобальной сети. Заходя с разных устройств (компьютеров, планшетов, телефонов) мы посещаем множество электронных страниц, ведем переписку и просматриваем контент оставляя каждый раз свой электронный след в системе. Целью исследования является определение такого следа, его фиксация и обработка его с использованием методов математической статистики с целью получения персонализированных и обобщенных данных для различных отраслей. Также на основе полученных результатов предполагается формирование рекомендаций по защите данных цифрового следа от возможного злонамеренного использования. В работе рассматривается понятие и подробно описаны источники цифрового следа участника интернет-взаимодействий, обозначены методы и инструменты сбора и предобработки информации. Раскрыто понятие активной и пассивной составляющих цифрового отпечатка. Акцентируется внимание на необходимости отнесения информации, содержащейся в цифровом следе, к персональным данным, так как она в совокупности может порой определять личность точнее документа, что, в свою очередь, требует законодательной защиты в части сбора, хранения, обработки и дальнейшего использования. В статье приведены примеры использования информации цифрового отпечатка в различных отраслях: криминалистике, маркетинговых исследованиях, формировании таргетированной рекламы и др. **Материалы и методы.** В статье достаточно подробно рассмотрены различные методы математической статистики для оценки цифрового следа пользователя сети, приведены этапы, позволяющие осуществить сбор, предобработку и анализ информации, содержащейся в цифровом отпечатке, с применением

языков программирования Python, R и различных программных инструментов. Рассмотрено использование статистических методов анализа, применение матрицы взаимодействий, возможности визуализации, алгоритмов машинного обучения, рекомендательных систем, сетевых метрик, временных рядов и методы анализа чувствительности.

Результаты. Несмотря на то, что данные полученные с использованием методов математической статистики могут быть полезны для бизнеса, правительственных организаций, научно-исследовательских институтов и даже правоохранительных органов, данные собираемые в процессе деятельности в глобальной сети и имеющие привязку к конкретной личности могут нести явную угрозу в случае их использования злоумышленниками. Эти методы оценки доступны как для конструктивной тенденции по улучшению нашей жизни путем подбора персонализированного релевантного контента и улучшения сервиса, так и для деструктивной деятельности через манипуляторные действия и шантаж. В связи с этим знание оставляемого следа и возможностей использования этих данных в первоначальном и обработанном виде позволяет улучшить качество жизни, с одной стороны, и защитить персональную информацию с другой.

Заключение. Обращается внимание на необходимость информационного контроля своего цифрового следа, в связи с чем в статье приводится ряд рекомендаций по осуществлению безопасного интернет-взаимодействия.

Ключевые слова: цифровой след, цифровая тень, цифровой отпечаток, персональные данные, источники цифровой информации, методы анализа данных цифрового следа, защита данных.

Elena A. Ostanina¹, Elena V. Pokolodina²

¹ Moscow Aviation Institute, Moscow, Russia,

² Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Assessment of the Digital Footprint of a Participant in Internet Interactions Using Mathematical Statistics Methods

The purpose of the study. In the modern world, everyone is an active user of resources hosted on the global network. Logging in from different devices (computers, tablets, phones), we visit many electronic pages, correspond and view content, leaving our electronic footprint in the system each time. The purpose of the study is to identify such a trace, record it and process it using mathematical statistics methods in order to obtain personalized and generalized data for various industries. Also, based on the results obtained, recommendations are expected to be formed to protect digital footprint data from possible malicious use.

The paper examines the concept and describes in detail the sources of a digital trace of a participant in Internet interactions, identifies

methods and tools for collecting and pre-processing information. The concept of active and passive components of a digital fingerprint is disclosed. Attention is focused on the need to classify the information contained in the digital trace as personal data, since it can sometimes determine a person more accurately than a document, which, in turn, requires legislative protection in terms of collection, storage, processing and further use. The article provides examples of using digital fingerprint information in various industries: criminalistics, marketing research, targeted advertising, etc.

Materials and methods. The article discusses in sufficient detail various methods of mathematical statistics for assessing the digital footprint of a network user, and provides steps that allow for the

collection, preprocessing and analysis of information contained in a digital fingerprint using the Python, R programming languages and various software tools. The use of statistical analysis methods, the use of an interaction matrix, visualization capabilities, machine learning algorithms, recommendation systems, network metrics, time series, and sensitivity analysis methods are considered.

Results. Despite the fact that data obtained using mathematical statistics methods can be useful for businesses, government organizations, research institutes, and even law enforcement agencies, data collected in the course of activities on a global network and linked to a specific individual can pose a clear threat if used by intruders. These assessment methods are available both for constructive tendencies to improve our lives by selecting personalized relevant

content and improving the service, and for destructive activities through manipulative actions and blackmail. In this regard, knowledge of the trace left and the possibilities of using this data in its original and processed form makes it possible to improve the quality of life, on the one hand, and protect personal information, on the other.

Conclusion. Attention is drawn to the need for information control of one's digital trace, in connection with which the article provides a number of recommendations for the implementation of safe Internet interaction.

Keywords: digital trace, digital shadow, digital fingerprint, personal data, sources of digital information, methods of analyzing digital trace data, data protection.

Практически любой человек в современном мире по желанию, а иногда вынужденно, обращается к возможностям предоставляемым всемирной паутиной, будь то получение новостной информации, взаимодействие с органами государственного управления и получение услуг, использование прочих Интернет-ресурсов или социальное сетевое общение. Все эти действия могут быть зафиксированы и использованы как во благо, так и во вред человеку. Во множестве электронных систем фиксируется все больше и больше данных о каждом из нас, о нашей деятельности, как активной, так и пассивной, в виртуальном пространстве [1]. Развитие вычислительных мощностей позволяет накапливать, структурировать и систематизировать эту информацию, что в конечном итоге позволяет оперативно получать ее о каждом человеке из разных источников и с целью осуществления комплексного анализа [2]. Совокупность подобной информации часто называют цифровым следом (отпечатком) или цифровой тенью человека. Под данными терминами понимается уникальный набор действий в Интернете или на любом из используемых цифровых устройств. Причем этот набор может включать массу действий и показателей [3]. Например,

в области электронной коммерции (онлайн покупки): совершение покупок, временной интервал действий и их регу-

лярность, состав, стоимость, предпочитаемые интернет-магазины, создание учетных записей, подписки на купоны и участие в акциях, загрузка и использование приложений и др.;

применение интернет банкинга: установка и активность мобильного банковского приложения, открытие счетов и карт, кредитные истории, операции с акциями и валютой (в том числе крипто валютные операции) [4], подписки на финансовые публикации и блоги;

в сфере социального взаимодействия: регистрация, использование и его активность в социальных сетях и мессенджерах на компьютере и мобильных устройствах, временные рамки активности, переход на другие ресурсы с использованием учетных записей социальной сети, время и частота общения с друзьями и знакомыми, и даже содержание этого общения в результате обмена текстовой, аудиоинформацией и фото- и видеоматериалами. Так по сопровождающим файл метаданным можно узнать производителя и модель камеры на которую велась съемка, ее дату и время, местоположение съемки и другую пользовательскую информацию. Отметим, что в социальных сетях пользователи добровольно размещают информацию о себе заполняя анкеты о местах учебы и работы, своих интересах и предпочтениях, добавляют друзей и вступают в сообщества [5]. На основе чего по-

средством специальных алгоритмов производится анализ изображений, текстов, связей с другими людьми, анализ лайков и просмотров. Даже эмодзи (графический язык для передачи эмоций в сети, где вместо слов используются сочетания картинок) позволяют передать невербальную составляющую общения, хотя стоит отметить, что не всегда в полной мере;

интерес к новостной информации позволяет составить некоторый портрет человека определяя его интересы, зачастую гражданскую позицию [6]. Этому способствует отслеживание подписок на выбранные новостные издания в Интернете, тематика и выбор статей, их авторов, время и длительность просмотра, репосты и комментирование, подписки на рассылки;

поисковые запросы и переходы на сайты практически повсеместно сопровождаются сообщениями о сборе cookies-файлов, и если пользователь перешел на сайт с использованием зарегистрированного профиля, то все запросы в поисковой системе, все опубликованное им войдет в состав активного цифрового следа [7];

использование умных устройств (фитнес-трекеров, IoT устройств) позволит оценить состояние здоровья, физическую активность, предпочтения в комфорте и даже распорядок дня [8]. Также информацию принесет использование приложения для получения медицинской помощи, регистрация адреса электрон-

ной почты и указание номера телефона в фитнес-клубе, подписки на блоги о здоровье, правильном питании и т.д.;

использование приложений с геолокацией позволит собрать информацию о всех местоположениях пользователя и различные моменты времени с учетом продолжительности нахождения, предпочитаемых маршрутах перемещений и видах транспорта [9].

Помимо, упомянутой в одном из примеров, активной составляющей цифрового следа, стоит обращать особое внимание на пассивную его составляющую, когда информация о пользователе собирается полностью без нашего ведома, когда собирается и анализируется информация о нашей активности с учетом всех переходов, времени, действий, IP-адресов и т.д.

Таким образом, информация о нас собирается постоянно и огромные массивы данных, позволяя выявить и установить разного рода закономерности, могут накапливаться, представлять собой определенную ценность и могут быть использованы, в том числе злоумышленниками.

Следует отметить значимость такой информации и обратиться к статье 3 Федерального закона от 27.07.2006 N 152-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «О персональных данных», где определено понятие персональные данные. К ним причисляется любая информация, относящаяся к прямо или косвенно определенному, или определяемому физическому лицу (субъекту персональных данных). Многие аспекты цифрового следа содержат или могут содержать персональные данные [10]. И хотя, казалось бы, понятие цифрового следа, в части именно такой терминологии, строго законодательно не отнесено к персональным данным как, например, паспортные данные, номера СНИЛС и ИНН, эту инфор-

мацию следует рассматривать именно как персональную. В совокупности она определяет личность даже точнее документа и требует законодательной защиты в части сбора, хранения и использования. Для пользователей важно быть осведомленными о том, какие данные они оставляют в сети, и как они могут управлять своими цифровыми следами для повышения уровня своей конфиденциальности.

В настоящее время цифровые отпечатки активно используются во многих научных исследованиях и различных отраслях: при приеме на работу, в психологии, социологии, юриспруденции, криминалистике, маркетинговых исследованиях и формировании таргетированной рекламы. Так, например, много статей в настоящее время посвящено применению данных цифрового следа в криминалистике. Эти примеры описаны А.В. Ростовцевым [11], Р.А. Дерюгиным [12], Н.Н. Ахтырской [13], О.Г. Карнауховой [14] и другими исследователями. Вопросы анализа цифровых следов в образовании посвящены работы Н.Л. Казариновой [15], А.А. Логиновой [16], С.А. Нестерова [17], А.С. Осановой [18], Е.Н. Черемисиной [19] и других. В тоже время с использованием данных наших поисковых запросов успешно работают всевозможные рекламные интернет агентства продвигая те или иные товары или услуги [20].

Отметим важность цифровых следов, обусловленную их относительным постоянством, что связано с нашими интересами, предпочтениями и практически неосуществимостью контроля над однажды опубликованной информацией (как в дальнейшем она будет использована другими пользователями Интернета). Также с цифровым следом в настоящее время связывают репутацию человека, что накладывает от-

печаток на отношение к нему как потенциальных работодателей, так и коллег, знакомых. Опубликованные в сети фотографии могут иметь неоднозначную оценку в обществе, могут быть модифицированы злонамеренно, что может иметь серьезные последствия как для человека, так и его окружения. В тоже время цифровое след может быть использован злоумышленниками для получения доступа к учетным записям или для создания фейковых профилей на основе полученных данных.

Таким образом, цифровой след позволяет воссоздать портрет практически каждого из участников интернет-взаимодействий. Основываясь на фиксируемых данных можно оценить уровень мышления и мировоззрение человека, составить представление о его интересах и потребностях, определить социальный статус и текущее психоэмоциональное состояние. В настоящее время уже можно составить цифровой портрет каждой личности, который возможно будет иметь некоторые отличия от реального, например, в том случае, когда человек намеренно будет достаточно часто «примерять на себя» несвойственную ему роль. Однако, в современном мире делать это становится все сложнее, и часто такая «созданная роль» ограничивается определенными площадками комментариев, обсуждений, форумами, однако алгоритмы использующие большие массивы данных уже способны определять ролевые моменты и текущее взаимодействие с подавляющим большинством ресурсов, характерное для той или иной личности.

К сожалению, постоянно обращаясь к ресурсам глобальной сети, используя все преимущества цифрового пространства мы не задумываемся об оставляемых отпечатках наших личностей, о том, что они могут стать интересны злоу-

мышленникам. В настоящее время отмечается рост числа инцидентов, связанных с утечками данных, в том числе связанных с цифровыми следами пользователей. Эти данные продаются и покупаются для самых разных целей, например, при оценке потребительских предпочтений, политической обстановки и социальной напряженности в обществе. Эти данные могут содержать персональные данные, в том числе которые могут позволить формировать наше отношение к тем или иным событиям (подбирая соответствующие факты и статьи), осуществить доступ к личным аккаунтам и банковским вкладам. Однако, даже с учетом всех законодательных инициатив по регламентации работы с персональными данными, проблема защиты цифрового следа, как одной из составляющих персональных данных пользователя глобальной сети, стоит достаточно остро. В результате, каждому из участников интернет взаимодействия необходимо учитывать возможность сбора данных о каждом из своих действий при использовании цифровых устройств [21].

Цифровой след пользователя можно оценить с помощью различных методов, в том числе относящихся к методам математической статистики. Так исследования данного вопроса в части изучения освоения образовательного маршрута велись Е.В. Барановой и Г.В. Шевцовым [22], в соответствии с моделью деятельности человека Е.В. Поколодиной [23]. Обобщая эти исследования, а также исследования других авторов зафиксируем этапы сбора данных.

На первом этапе при осуществлении сбора данных определяется доступный сегмент данных, отвечающих поставленным целям. Например, это могут быть данные об активности пользователя на сайте, время, проведенное на стра-

№	Возраст	Сгр.п. Возраст	Критерий	Количество сетей	ВК	ПГ	ЮТ	ПТ	ТВ
1	13-18	13-18	1	3	1	1	1	0	0
2	13-18	18-30	1	3	1	1	1	0	0
3	13-18		1	1	1	0	0	0	0
4	18-30		2	5	1	1	1	1	1
5	13-18		1	3	1	1	1	0	0
6	13-18		1	5	1	1	1	1	1
7	13-18		1	4	1	1	1	0	1
8	18-30		2	5	1	1	1	1	1
9	13-18		1	2	1	1	0	0	0
10	18-30		2	4	1	1	1	0	1
11	18-30		2	5	1	1	1	1	1
12	18-30		2	5	1	1	1	1	1
13	18-30		2	3	1	1	1	0	0
14	18-30		2	2	1	1	0	0	0
15	18-30		2	5	1	1	1	1	1
16	18-30		2	4	1	1	1	0	1
17	18-30		2	4	1	1	1	1	0
18	18-30		2	4	1	1	1	1	0
19	18-30		2	5	1	1	1	1	1
20	18-30		2	4	1	1	1	1	0
21	18-30		2	3	1	1	0	0	1
22	13-18		1	4	1	1	1	1	0
23	18-30		2	2	0	1	0	0	1
24	13-18		1	2	1	1	0	0	0
25	18-30		2	1	0	1	0	0	0
26	13-18		1	5	1	1	1	1	1
27	18-30		2	1	0	1	0	0	0
28	18-30		2	2	1	1	0	0	0
29	13-18		1	1	0	1	0	0	0
30	18-30		2	2	1	1	0	0	0
31	13-18		1	3	1	1	1	0	0

Рис. 1. Сведения о посещении социальных сетей (возрастные категории 13-18 лет, 18-30 лет)

Fig. 1. Information about visiting social networks (age categories 13-18 years, 18-30 years)

ницах, клики и т.д. В работе в качестве примера рассмотрим данные посещения социальных сетей в разных возрастных группах. Данные сведены в таблицу, фрагмент которой представлен на рисунке 1.

Для сбора и предобработки данных цифрового следа важна цель работы и тип данных, что и предопределяет применение тех или иных программных инструментов. Эти процессы будут содержать следующие этапы:

отправку HTTP-запроса web-серверу поисковика с меткой об интересующем объекте;

получение ответной ссылки на страницу в сети с информацией об интересующем объекте и отправка HTTP-запроса на получение кода этой страницы;

выявление из полученного кода информации с упоминанием объекта (вручную сбор в определенных сегментах или автоматически проверка на упоминание объекта);

непосредственная предобработка. Например, предобработка текста может включать в себя очистку от ненужных символов и токенизацию, а именно, разделение текста на отдельные слова, знаки, символы; предобработка числовых данных включать обработку пропусков (недостающих показателей) и нормализацию; при предобработке изображений использовать форматирование.

Отметим, что для автоматизированного сбора и систематизации информации из открытых источников с помощью скриптов (парсинга) в настоящее время существует достаточно много библиотек для разных языков программирования (Python, JavaScript, PHP и др. Очень простыми библиотеками Python для начинающих являются «Requests» и «Beautiful Soup». Результаты работы по обработке данных, представленных на рис. 1 с использованием библиотек Numpy, Pandas, matplotlib представлены на рисунке 2, 3.

```

import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

df = pd.read_excel("AL1.xlsx")
df.columns = df.columns.str.strip()
social_networks = ['VK', 'TG', 'YUT', 'TT', 'TB']
def get_average_age(age_group):
    age_range = age_group.split('-')
    return (int(age_range[0]) + int(age_range[1])) / 2
df['Средний возраст'] = df['Возраст'].apply(get_average_age)
plt.figure(figsize=(12, 6))
age_groups = df['Возраст'].unique()
age_group_counts = {group: {net: df[(df['Возраст'] == group) & (df[net] == 1)].shape[0] for net in social_networks} for group in age_groups}
width = 0.15
x = np.arange(len(age_groups))
|
for i, net in enumerate(social_networks):
    plt.bar(x + i * width, [age_group_counts[group].get(net, 0) for group in age_groups], width=width, label=net)
plt.xlabel('Возрастная группа')
plt.ylabel('Количество пользователей')
plt.title('Статистика посещений социальных сетей по возрастным группам')
plt.xticks(x + width * 2, age_groups)
plt.legend()
plt.tight_layout()
plt.show()
plt.figure(figsize=(8, 8))
network_counts = [df[df[net] == 1].shape[0] for net in social_networks]
plt.pie(network_counts, labels=social_networks, autopct='%1.1f%%', startangle=90)
plt.title("Диаграмма посещения социальных сетей")
plt.axis('equal')
plt.show()

```

Рис. 2. Код программы для систематизации данных о посещении социальных сетей
 Fig. 2. Program code for systematizing data on visits to social networks

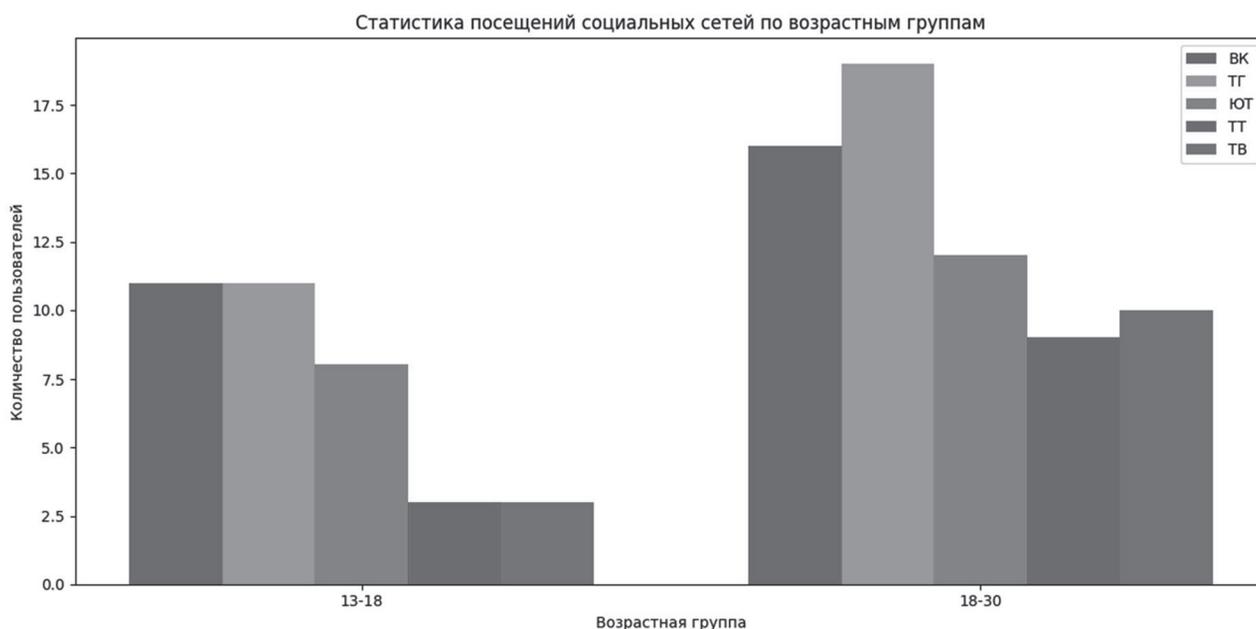


Рис. 3. Визуальное представление статистики посещений социальных сетей по исследуемым группам
 Fig. 3. Visual representation of statistics of social network visits by study groups

Сбор цифрового следа также возможен при программном взаимодействии с другими сервисами через их API. Например, сбор данных из Google с помощью Google Search API, что позволяет выполнять поисковые запросы и получать

результаты в структурированном формате, сбор данных из YouTube можно осуществить с помощью YouTube Data API. При предобработке также можно использовать специализированные библиотеки Python: для очистки текста

можно использовать встроенную библиотеку «String», для токенизации удобно использовать «NLTK»; при работе с числовыми значениями для удаления пропущенных значений или замены их на среднее или медианное используют

«NumPy», для нормализации «Scikit learn», «Pandas»; простое форматирование изображений можно выполнять с помощью библиотеки «Pillow».

При анализе собранных данных может быть использован статистический анализ, позволяющий определить, например, среднее время, проведенное на сайте, число посещенных страниц, процент возврата пользователей на сайт, число переходов по тем или иным ссылкам. Широкое применение в области статистических вычислений и анализа данных имеет язык программирования R. Существует огромное количество библиотек и расширений, доступных для использования и обслуживания различных областей науки, которые предоставляют готовые функции для обработки и визуализации данных, проведения быстрых статистических операций и распознавания текстов.

Визуализировать и анализировать взаимодействия пользователя с контентом позволит создание матрицы взаимодействия. Так, например, матрица где строки будут представлять собой пользователей, а столбцы их соответствующие действия (клики, лайки, комментарии) позволит наглядно представить всю картину и дать оценку активности и в сочетании с другими данными о пользователях выявить целевую аудиторию, определить предпочтения и интересы. По количеству и типу лайков и комментариев можно понять, какие темы или продукты интересуют пользователя; их частота может указывать на уровень активности и вовлеченности, комментарии и реплики показать взаимодействие с другими пользователями, а также формировать представление о социальной динамике в сети; содержащиеся эмоциональную окраску комментарии позволят понять реакцию на определенный контент (позитивно, негативно,

нейтрально); анализ кликов на рекламу или продукты помогает выявить, какие товары или услуги пользуются спросом; сопоставление активности пользователей с демографической информацией (например, возраст, пол, местоположение) помогает уточнить таргетирование аудитории; изучение времени активности может помочь в выборе наилучших периодов публикации контента; отслеживание кликов по ссылкам указывает на то, как пользователь исследует контент и какие источники или платформы он предпочитает.

Использование машинного обучения при оценке цифрового следа каждого пользователя предполагает реализацию кластеризации с помощью алгоритмов K-means и DBSCAN, когда пользователей группируются по схожим паттернам поведения. При этом K-means используется, когда заранее известно количество кластеров, которое нужно обнаружить в данных. Этот алгоритм хорошо работает с линейно разделимыми данными, когда можно провести линии, разделяющие кластеры. DBSCAN же эффективен, когда данные содержат объекты, не принадлежащие ни к одной группе, и кластеры имеют сложную форму. В отличие от K-means, DBSCAN не требует предварительного знания количества кластеров, оно устанавливается автоматически на основе плотности точек данных. Таким образом, если задача требует определения точного количества групп, K-means может быть более подходящим, но если данные не могут быть разделены линейно, то метод DBSCAN имеет преимущества.

Для оценки цифрового следа и предсказания поведения пользователя на основе его предыдущих действий можно использовать различные типы рекомендательных систем. Например, системы контентных рекомендаций (Content-Based

Filtering) которые анализируют предпочтения пользователя, основанные на его предыдущих взаимодействиях и сопоставляют их со свойствами предметов (например, товаров, фильмов или статей). Метод же коллаборативной фильтрации (Collaborative Filtering) основывается на поведении других пользователей с похожими предпочтениями и предполагает два основных подхода: User-Based, при котором рекомендации основаны на действиях пользователей с похожими вкусами, и Item-Based когда рекомендации основываются на сходстве между предметами, которые пользователь ранее оценивал или с которыми взаимодействовал. В тоже время гибридные системы (Hybrid Models) комбинируют элементы контентного и коллаборативного подходов, что позволяет улучшить качество рекомендаций, минимизируя недостатки каждого из методов в отдельности. Выстраивание рекомендаций на основе моделей машинного обучения (Machine Learning-Based Recommendations) позволяет осуществлять предсказания предпочтений пользователя на основе более сложных паттернов. Это может включать анализ временных рядов, кластеризацию пользователей и предметов. Системы, основанные на контекстуальных данных (Contextual Recommendations) учитывают контекст, в котором происходит взаимодействие (например, время суток, местоположение, устройство), что может значительно повысить релевантность рекомендаций.

Системы, использующие технологии глубокого обучения (Deep Learning) могут использоваться для обработки больших объемов данных и выявления сложных паттернов в пользовательском поведении. Например, рекуррентные нейронные сети (RNN) могут обрабатывать последователь-

ности действий пользователя.

Системы, основанные на графах (Graph-Based Recommendations) используются для анализа сложных взаимосвязей между пользователями и предметами. Графы позволяют выявлять скрытые связи и паттерны взаимодействий. В этом случае цифровой след рассматривается как граф, где пользователи являются узлами, а ребрами их взаимодействия. Здесь можно применять такие метрики, как центральность (например, по степени, посредничеству, близости и собственному вектору), чтобы оценить влияние или активность пользователя в сети.

При наличии временных данных о действиях пользователя, целесообразно использовать модели временных рядов (например, ARIMA) для прогнозирования будущих действий на основе данных о прошлых.

Математическая оценка позволяет выявлять и определять различные индексы и коэффициенты. Например, «индекс активности пользователя», может учитывать такие параметры, как частота посещений, взаимодействия с контентом и т.д.

Анализ чувствительности в контексте цифрового следа позволяет оценить, каким образом изменения в поведении пользователей (например, увеличение или уменьшение активности в социальных сетях, частота публикаций или уровень взаимодействия с контентом) влияют на целостность оценки их цифрового следа. В качестве методов анализа чувствительности можно использовать:

регрессионный анализ. Например, проанализировав, как изменение количества публикаций и лайков повлияет на оценку репутации;

анализ временных рядов. Например, сравнив хронологию данных о поведении пользователей и оценках цифрового следа во времени, можно выявить тренды и аномалии в

результате изменения активности;

сравнительный анализ. Например, осуществить сравнение пользователей с разной активностью путем создания групп с высокой и низкой активностью и изучения их цифрового следа;

методы машинного обучения. Например, использовать алгоритмы, такие как деревья решений или случайный лес, для анализа влияния различных факторов (количества постов, комментариев и т. д.) на итоговую оценку;

сценарный анализ. Например, смоделировав различные сценарии (например, уменьшение активности на 50%) оценить, как это повлияет на цифровой след.

Помимо рассмотренного ранее использования языка программирования Python с библиотеками «Pandas» для обработки данных, «Scikit learn» для машинного обучения, «Statsmodels» для статистического анализа и языка программирования R для статистического анализа и визуализации с использованием пакетов dplyr, ggplot2 и caret для регрессий и моделей можно использовать для базового анализа данных, построения графиков, создания простых моделей регрессии MS Excel или Open Office Calc.

Использование Business Intelligence (BI) систем, например, Tableau или Power BI, позволяет обрабатывать данные и представлять их в удобном для пользователя виде. Например, в виде отчетов, панелей мониторинга, диаграмм и графиков. Инструменты BI позволяют быстро и удобно получать доступ к различным типам данных — историческим и текущим, сторонним и собственным, а также к полуструктурированным (электронные письма, файлы в формате JavaScript Object Notation (JSON), XML, архивные файлы, цифровые фотографии) и

неструктурированным данным (информация с сайтов и социальных сетей).

Специализированные инструменты для анализа социальных медиа, например, Hootsuite, Brandwatch, Sprout Social и т.д., могут предоставить специфическую информацию и метрики о поведении пользователей и его влиянии на показатели.

Системный подход к анализу чувствительности позволяет глубже понять влияние поведения пользователя на его цифровой след. Это позволяет достигать различных целей, например, при оптимизации деятельности и изменении стратегии маркетинга или управления репутацией.

Отметим, что вышеуказанные подходы можно комбинировать для более полной и точной оценки цифрового следа пользователя. Однако необходимо учитывать, что методы могут варьироваться в зависимости от доступных данных и целей анализа.

Таким образом, рассмотренные методы математической статистики позволяют с использованием современных мощностей вычислительной техники собрать достаточно полный цифровой след составить участника интернет-взаимодействий, проанализировать его и достаточно точно спрогнозировать поведение пользователя на основе его предыдущих действий. Однако достаточно важным в современном мире является безопасное использование получаемых данных. Как уже отмечалось ранее цифровой след содержит конфиденциальную информацию, а именно персональные данные пользователей, что может представлять интерес для злоумышленников и требует соответствующей защиты как со стороны государства, так и со стороны самой личности пользователя. В связи с этим, с учетом описанных возможных способах сбора и оценки циф-

ровых следов, с учетом опубликованных в [24] материалов, следует обозначить основные рекомендации по защите личной информации и управлению репутацией в сети:

целесообразно периодически отслеживать представленную общедоступную информацию о себе и в случае неудовлетворительного результата связываться с администраторами ресурсов с целью удаления данной информации;

минимизировать количество источников информации, содержащих личную информацию (например, номер телефона, электронную почту, адрес и т.д.), а также минимизировать объем такой предоставляемой информации (например, не заполнять необязательные поля в формах, критически оценивать необходимость их заполнения);

проверять параметры конфиденциальности (например, использовать возможность ограничения видимости публикаций в социальных сетях);

избегать публикаций излишней информации в социальных сетях (например, планов поездок, минимизировать персональные данные в разделе «Информация», не ставить лайки организациям, получившим ваши учетные записи);

избегать незащищенных web-сайтов;

не указывать личные данные при использовании публичных сетей Wi-Fi;

удалять старые учетные записи, что снижает вероятность утечки данных;

создавать надежные пароли, не использовать один пароль для всех учетных записей и регулярно их менять;

сохранять конфиденциальность медицинских и банковских документов;

поддерживать актуальность программного обеспечения для своевременного устранения возможных уязвимостей в нем;

настраивать используемые мобильные устройства (устанавливать пароли для активации, внимательно ознакомиться с пользовательскими соглашениями);

всегда оценивать материалы перед публикацией, в том числе, для создания положительного цифрового образа;

незамедлительно принимать меры при компрометации учетных данных.

В условиях стремительного развития информационного пространства, каждая наша активность оставляет след, создавая объемные базы данных, которые могут быть использованы для анализа поведения и предпочтений пользователей. Исследование данных, характеризующих цифровой след

позволяют получить множество сведений, позволяющих расширить наши познания о современном человеке и обществе, больше узнать о поведении пользователей сети, об их интересах и предпочтениях. Эти данные можно использовать в дальнейшем для оптимизации процессов и улучшения качества обслуживания, выявления асоциальных личностей и раскрытия преступлений, подбора кадров и формирования установок в обществе.

Использование различных методов математической статистики при оценке цифрового следа участника интернет-взаимодействий позволяет получить достаточно полную информацию о каждом человеке в отдельности и о группах пользователей в целом, что позволяет не только анализировать поведение, но и выявляя скрытые закономерности и тренды предсказывать будущие действия. Однако, вместе с тем возникает необходимость в обеспечении конфиденциальности и защиты персональных данных пользователей. Отметим, что междисциплинарный подход, объединяющий математику, информатику и социологию, открывает новые горизонты для развития маркетинга, управления, безопасности и социального анализа.

Литература

1. Гайдаш О.В. Феномен цифрового следа в современном обществе [Электрон. ресурс] // Вестник магистратуры. 2020. № 6 (105). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/fenomen-tsifrovogo-sleda-v-sovremennom-obschestve>.

2. Фомичева Т.Л. Цифровой след и цифровая гигиена // Самоуправление. 2023. № 6 (139). С. 361–363.

3. Буйнов Д.О. Развитие научных подходов к понятию «цифровые следы» как объекта экспертного исследования // Законы России: опыт, анализ, практика. 2023. № 3. С. 17–22.

4. Семикаленова А.И. Цифровые следы: назначение и производство экспертиз [Электрон. ресурс] // Вестник Университета имени О.Е. Кутафина. 2019. № 5(57). Режим доступа:

<https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-sledy-naznachenie-i-proizvodstvo-ekspertiz>.

5. Шестакова А.А. Цифровая личность: границы и барьеры коммуникативных практик в сетевом взаимодействии // VIII Международная социологическая Грушинской конференции «Социолог 2.0: трансформация профессии». М.: Всероссийский центр изучения общественного мнения, 2018. С. 422–425.

6. Мещеряков В.А. «Виртуальные следы» под «Скальпелем Оккама» [Электрон. ресурс] // Информационная безопасность регионов. 2009. № 1. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnye-sledy-pod-skalpelem-okkama>.

7. Багмет А.М., Бычков В.В., Скобелин С.Ю., Ильин Н.Н. Цифровые следы преступлений. М.: Проспект, 2025. 168 с.

8. Бояркина Л.А., Бояркин В.В. Цифровой след и цифровая тень как производные персональных данных // Сборники конференций НИЦ Социосфера. 2016. № 62. С. 78–81.
9. Кизима С.В., Кидалов Ф.В., Пальцин Д.А. Телекоммуникационная среда и проблематика данных цифрового следа субъектов цифрового общества // Электросвязь. 2021. № 12. С. 33–37.
10. Карлаш Д.С. Правовое регулирование цифровых следов и цифровых теней при обработке больших данных // Вестник арбитражной практики. 2023. № 6 (109). С. 14–21.
11. Ростовцев А.В. Особенности судебно-экспертного исследования «Цифровых следов» [Электрон. ресурс] // Академическая мысль. 2019. № 3(8). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-sudebno-ekspertnogo-issledovaniya-tsifrovyyh-sledov>.
12. Дерюгин Р.А., Файсханов И.Ф. О криминалистическом исследовании электронных носителей информации и цифровых следов [Электрон. ресурс] // Вестник Уральского юридического института МВД России. 2019. № 4. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-kriminalisticheskom-issledovanii-elektronnyh-nositeley-informatsii-i-tsifrovyyh-sledov>.
13. Ахтырская Н.Н. Процессуальные вопросы признания цифрового следа надлежащим доказательством // Международная научно-практическая конференция «Цифровой след как объект судебной экспертизы» (Москва, 17 января 2020). М.: РГ-Пресс, 2020. 272 с.
14. Карнаухова О.Г. Цифровой след как профиль личности допрашиваемого // Международная научно-практическая конференция «Цифровой след как объект судебной экспертизы» (Москва, 17 января 2020). М.: РГ-Пресс, 2020. 272 с.
15. Казаринова Н.Л., Кудреватых В.А., Мишакина М.Г. Оценка фактического результата формирования цифрового профиля студента педагогического университета по цифровому следу // Педагогический журнал. 2022. Т. 12. № 6–2. С. 1140–1154.
16. Логинова А.А., Денисов А.Р. Применение технологии анализа цифрового следа для создания системы, формирующей индивидуальный цифровой профиль студента // VIII Международная научно-практическая конференция «BIG DATA и анализ высокого уровня» (Минск, 11–12 мая 2022). Минск: Бестпринт УП, 2022. С. 411–420.
17. Нестеров С.А., Смолина Е.М. Понятие цифрового следа и анализ цифрового следа в образовании // XXVI Международная научно-практическая конференция «Системный анализ в проектировании и управлении» (Санкт-Петербург, 13–14 октября 2022). СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2023. С. 309–314.
18. Осанова А.С. Достоинства и недостатки цифровых следов: результаты анализа цифровых следов обучающегося // Международная научно-практическая конференция, посвященная Дню космонавтики «Актуальные проблемы авиации и космонавтики» (Красноярск, 11–15 апреля 2022). Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2022. С. 287–289.
19. Черемисина Е.Н., Кирпичева Е.Ю., Токарева Н.А. и др. Цифровые следы: влияние на ИТ-образование и цифровую трансформацию // Физика элементарных частиц и атомного ядра. 2024. Т. 55. № 3. С. 519.
20. Гончарова Е.В. Цифровой след как качественная характеристика объема данных в цифровой экономике // Международная научно-практическая конференция «Цифровой след как объект судебной экспертизы» (Москва, 17 января 2020). М.: РГ-Пресс, 2023. С. 55–56.
21. Никишин В.Д. Цифровые и речевые следы в аспекте обеспечения информационной (мировоззренческой) безопасности в интернет-среде // Судебная экспертиза. 2020. № 1 (61). С. 131–139.
22. Баранова Е.В., Швецов Г.В. Методы и инструменты для анализа цифрового следа студента при освоении образовательного маршрута [Электрон. ресурс] // ПНиО. 2021. № 2 (50). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-i-instrumenty-dlya-analiza-tsifrovogo-sleda-studenta-pri-osvoenii-obrazovatel'nogo-marshruta>.
23. Поколодина Е.В. Обработка цифрового следа в соответствии с моделью деятельности человека (группы людей) и информационно-коммуникационных систем [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://academia-moscow.ru/catalogue/5532/681904/>.
24. Поколодина Е.В., Володин С.М., Набойщиков Ф.П. Разработка рекомендаций по защите цифрового следа пользователей сети Интернет //: IV Международная научная конференция, посвящённая памяти доктора технических наук, профессора А.А. Тарасова и доктора технических наук, старшего научного сотрудника О.В. Казарина «Взаимодействие вузов, научных организаций и учреждений культуры в сфере защиты информации и технологий безопасности». (Москва, 19–21 апреля 2023). М.: Российский государственный гуманитарный университет, 2023. С. 218–224.

References

1. Gaydash O.V. The phenomenon of the digital trace in modern society [Internet]. *Vestnik magistratury = Bulletin of the Magistracy*. 2020; 6(105). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/fenomen-tsifrovogo-sleda-v-sovremennom-obschestve>. (In Russ.)
2. Fomicheva T.L. Digital trace and digital hygiene. *Samoupravleniye = Self-government*. 2023; 6(139): 361-363. (In Russ.)
3. Buynov D.O. Development of scientific approaches to the concept of «digital traces» as an object of expert research. *Zakony Rossii: opyt, analiz, praktika = Laws of Russia: experience, analysis, practice*. 2023; 3: 17-22. (In Russ.)
4. Semikalenova A.I. Digital traces: purpose and production of examinations [Internet]. *Vestnik Universiteta imeni O.Ye. Kutafina = Bulletin of the O.E. Kutafin University*. 2019; 5(57). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-sledy-naznachenie-i-proizvodstvo-ekspertiz>. (In Russ.)
5. Shestakova A.A. Digital personality: boundaries and barriers of communication practices in network interaction. VIII Mezhdunarodnaya sotsiologicheskoy Grushinskoy konferentsii «Sotsiolog 2.0: transformatsiya professii» = VIII International Sociological Grushin Conference «Sociologist 2.0: transformation of the profession». Moscow: All-Russian Center for the Study of Public Opinion; 2018: 422-425. (In Russ.)
6. Meshcheryakov V.A. «Virtual traces» under «Occam's scalpel» [Internet]. *Informatsionnaya bezopasnost' regionov = Information security of regions*. 2009; 1. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnye-sledy-pod-skalpelem-okkama>. (In Russ.)
7. Bagmet A.M., Bychkov V.V., Skobelin S.YU., Il'in N.N. *Tsifrovye sledy prestupleniy = Digital traces of crimes*. Moscow: Prospekt; 2025. 168 p. (In Russ.)
8. Boyarkina L.A., Boyarkin V.V. Digital trace and digital shadow as derivatives of personal data. *Sborniki konferentsiy NITS Sotsiosfera = Conference proceedings of the Sociosphere Research Center*. 2016; 62: 78-81. (In Russ.)
9. Kizima S.V., Kidalov F.V., Pal'tsin D.A. Telecommunication environment and problems of digital trace data of subjects of digital society. *Elektrosvyaz' = Electrosvyaz*. 2021; 12: 33-37. (In Russ.)
10. Karlash D.S. Legal regulation of digital traces and digital shadows in big data processing. *Vestnik arbitrazhnoy praktiki = Bulletin of arbitration practice*. 2023; 6(109): 14-21. (In Russ.)
11. Rostovtsev A.V. Osobennosti sudebno-ekspertnogo issledovaniya «Tsifrovykh sledov» = Features of forensic examination of «Digital traces» [Internet]. *Akademicheskaya mysl' = Academic thought*. 2019; 3(8). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-sudebno-ekspertnogo-issledovaniya-tsifrovykh-sledov>. (In Russ.)
12. Deryugin R.A., Fayskhanov I.F. On forensic examination of electronic information carriers and digital traces [Internet]. *Vestnik Ural'skogo yuridicheskogo instituta MVD Rossii = Bulletin of the Ural Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia*. 2019; 4. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-kriminalisticheskomi-issledovanii-elektronnyh-nositeley-informatsii-tsifrovykh-sledov>. (In Russ.)
13. Akhtyrskaya N.N. Procedural issues of recognizing a digital trace as proper evidence. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Tsifrovoy sled kak ob»yekt sudebnoy ekspertizy» = International scientific and practical conference «Digital trace as an object of forensic examination»* (Moscow, January 17, 2020). Moscow: RG-Press; 2020. 272 p. (In Russ.)
14. Karnaukhova O.G. Digital trace as a personality profile of the interrogated. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Tsifrovoy sled kak ob»yekt sudebnoy ekspertizy» = International scientific and practical conference «Digital trace as an object of forensic examination»* (Moscow, January 17, 2020). Moscow: RG-Press; 2020. 272 p. (In Russ.)
15. Kazarinova N.L., Kudrevatykh V.A., Mishakina M.G. Assessment of the actual result of the formation of a digital profile of a student of a pedagogical university based on a digital footprint. *Pedagogicheskiy zhurnal = Pedagogical journal*. 2022; 12; 6-2: 1140-1154. (In Russ.)
16. Loginova A.A., Denisov A.R. Application of digital footprint analysis technology to create a system that forms an individual digital profile of a student. VIII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «BIG DATA i analiz vysokogo urovnya» = VIII International Scientific and Practical Conference «BIG DATA and High-Level Analysis» (Minsk, May 11-12, 2022). Minsk: Bestprint UP; 2022: 411-420.
17. Nesterov S.A., Smolina Ye.M. The concept of a digital footprint and the analysis of a digital footprint in education. XXVI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Sistemnyy analiz v proyektirovanii i upravlenii» = XXVI International scientific and practical conference «System analysis in design and management» (St. Petersburg, October 13-14, 2022). Saint Petersburg: Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University; 2023: 309-314. (In Russ.)
18. Osanova A.S. Advantages and disadvantages of digital footprints: results of the analysis of a student's digital footprints. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu kosmonavtiki «Aktual'nyye problemy aviatsii i kosmonavtiki» = International scientific and practical conference dedicated to Cosmonautics Day «Actual problems of aviation and cosmonautics»* (Krasnoyarsk, April 11-15, 2022). Krasnoyarsk: Siberian State University of Science and Technology

named after Academician M.F. Reshetnev; 2022: 287-289. (In Russ.)

19. Cheremisina Ye.N., Kirpicheva Ye.Yu., Tokareva N.A. et al Digital traces: impact on IT education and digital transformation. Fizika elementarnykh chastits i atomnogo yadra = Physics of elementary particles and atomic nuclei. 2024; 55; 3: 519. (In Russ.)

20. Goncharova Ye.V. Digital trace as a qualitative characteristic of the volume of data in the digital economy. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Tsifrovoy sled kak ob»yekt sudebnoy ekspertizy» = International scientific and practical conference «Digital trace as an object of forensic examination» (Moscow, January 17, 2020). Moscow: RG-Press; 2023: 55-56. (In Russ.)

21. Nikishin V.D. Digital and speech traces in the aspect of ensuring information (ideological) security in the Internet environment. Sudebnaya ekspertiza = Forensic examination. 2020; 1(61): 131-139. (In Russ.)

22. Baranova Ye.V., Shvetsov G.V. Methods and tools for analyzing a student's digital footprint when mastering an educational route [Internet]. PNiO. 2021: 2(50). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-i-instrumenty-dlya-analiza-tsifrovogo-sleda-studenta-pri-osvoenii-obrazovatel'nogo-marshruta>. (In Russ.)

23. Pokolodina Ye.V. Obrabotka tsifrovogo sleda v sootvetstvi s model'yu deyatel'nosti cheloveka (gruppy lyudey) i informatsionno-kommunikatsionnykh sistem = Processing a digital footprint in accordance with the model of human activity (group of people) and information and communication systems [Internet]. Available from: <https://academia-moscow.ru/catalogue/5532/681904/>. (In Russ.)

24. Pokolodina Ye.V., Volodin S.M., Naboyshchikov F.P. Development of recommendations for protecting the digital footprint of Internet users. IV Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya, posvyashchonnoy pamyati doktora tekhnicheskikh nauk, professora A.A. Tarasova i doktora tekhnicheskikh nauk, starshego nauchnogo sotrudnika O.V. Kazarina «Vzaimodeystviye vuzov, nauchnykh organizatsiy i uchrezhdeniy kul'tury v sfere zashchity informatsii i tekhnologii bezopasnosti» = IV International Scientific Conference dedicated to the memory of Doctor of Technical Sciences, Professor A.A. Tarasov and Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher O.V. Kazarin «Interaction of Universities, Scientific Organizations and Cultural Institutions in the Field of Information Protection and Security Technologies» (Moscow, April 19-21, 2023). Moscow: Russian State University for the Humanities; 2023: 218-224. (In Russ.)

Сведения об авторах

Елена Анатольевна Останина

Московский авиационный институт,
Москва, Россия,
Эл. почта: neka1818@mail.ru

Елена Владиславна Поколотина

Российский экономический университет им. Г.В.
Плеханова, Москва, Россия
Эл. почта: Pokolodina.EV@rea.ru

Information about the authors

Elena A. Ostanina

Moscow Aviation Institute,
Moscow, Russia,
E-mail: neka1818@mail.ru

Elena V. Pokolodina

Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia
E-mail: Pokolodina.EV@rea.ru