

ISSN 0234-0453 (Print)
ISSN 2658-7769 (Online)

Информатика и образование

Научно-методический журнал

**Informatics
and Education**

Scholarly Journal

 infojournal.ru



№ 5 / 2024

Том (Volume) 39



1С:Оценка качества образования. Школа



Программно-методическая система предназначена для оценки качества освоения образовательной программы на следующих уровнях: оценка индивидуальных достижений обучающихся, внутриклассное и внутришкольное оценивание.

Программа разработана на основе методики ведущего научного сотрудника Института управления образованием РАО, кандидата педагогических наук, доцента Н.Б. Фоминой.

Функциональные возможности

- Оценка индивидуального уровня освоения ФГОС.
- Аналитические расчеты успеваемости учащихся и качества образования.
- Анализ объективности оценивания индивидуальных образовательных достижений обучающихся.
- Персональный контроль профессиональной деятельности педагога с выявлением проблемных компонентов.
- Прогноз повышения качества образования, включая результаты государственных экзаменов (ОГЭ и ЕГЭ).

Преимущества использования

- Обеспечение индивидуализации образования, выявление способностей и предрасположенности каждого учащегося к определенному спектру дисциплин.
- Предоставление педагогам необходимой информации для практической деятельности (корректировка программ, выбор технологий обучения, выявление проблем в обучении).
- Предоставление руководителю данных, необходимых для анализа работы педагогического коллектива.

Н а у ч н о - м е т о д и ч е с к и й ж у р н а л

ИНФОРМАТИКА И ОБРАЗОВАНИЕ

Том 39 № 5 октябрь 2024

ИЗДАЕТСЯ
С АВГУСТА 1986 ГОДА

ISSN (print) 0234-0453
ISSN (online) 2658-7769

Содержание

ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ОПЫТ

Каракозов С. Д., Самохвалова Е. А., Рыжова Н. И. Имплементация основ искусственного интеллекта в курс информатики среднего общего образования: практико-ориентированный аспект6

Самылкина Н. Н., Калинин И. А. Современные подходы к организации технологического процесса сбора и подготовки больших данных и связанные с ними новые профессии в ИТ-отрасли: DevOps-инженер и инженер данных 21

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ КАДРЫ

Королева Н. Ю. Обучение будущих учителей использованию технологий дополненной реальности: подходы и опыт реализации 40

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

Букина Т. В., Храмова М. В., Куркин С. А., Андриков Д. А., Гоман С. С., Дедков А. Е., Храмов А. Е. Нейрообразовательный программный рекомендательный сервис как инструмент персонализации образовательного процесса 50

Аннушкин В. И., Шмелева А. В. Использование технологий больших данных и нейросетей в создании адаптивных методических материалов для развития исследовательских навыков педагогов..... 63

Воителева Т. М., Логинова Н. В. Применение нейросетевых систем поддержки принятия решений при формировании навыков педагогического общения 78

Свидетельство о регистрации
средства массовой информации
ПИ № 77-7065 от 10 января 2001 г.

Издатель ООО «Образование и Информатика»
119261, Россия, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 82/2, комн. 6
Телефон: +7 (495) 140-19-86
E-mail: info@infojournal.ru
Сайт издательства: <https://infojournal.ru/>
Почтовый адрес: 119270, Россия, г. Москва, а/я 15

Подписано в печать 31.10.24.
Формат 60×90/8. Усл. печ. л. 11,5.
Тираж 2000 экз. Заказ № 6493.
Отпечатано в типографии «ЛАЙДЕР ПРИНТ»
142104, Россия, Московская область, г. Подольск,
ул. Свердлова, д. 26, тел.: +7 (495) 212-91-99,
+7 (926) 204-49-31, e-mail: info@book-expert.ru

© «Образование и Информатика», 2024



НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «ИНФОРМАТИКА И ОБРАЗОВАНИЕ»

УЧРЕДИТЕЛИ:

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

ИЗДАТЕЛЬСТВО

«ОБРАЗОВАНИЕ И ИНФОРМАТИКА»

ISSN (print) 0234-0453

ISSN (online) 2658-7769

Журнал входит в Перечень
российских рецензируемых
научных изданий ВАК,
в которых должны быть
опубликованы основные
научные результаты
диссертаций на соискание
ученых степеней доктора
и кандидата наук

Контакты

Главный редактор
grigorsg@yandex.ru

Редакция
readinfo@infojournal.ru

Отдел распространения
info@infojournal.ru

Телефон
+7 (495) 140-19-86

Почтовый адрес
119270, Россия, г. Москва,
а/я 15

Сайт журнала
<https://info.infojournal.ru>

ОБЪЕДИНЕННАЯ РЕДАКЦИЯ ИНФО

Главный редактор журнала
«Информатика и образование»
ГРИГОРЬЕВ Сергей Георгиевич

Главный редактор журнала
«Информатика в школе»
БОСОВА Людмила Леонидовна

Директор издательства
РЫБАКОВ Даниил Сергеевич

Научный редактор
ДЕРГАЧЕВА Лариса Михайловна

Ведущий редактор
КИРИЧЕНКО Ирина Борисовна

Редактор отдела
СИРОТКИН Никита Сергеевич

Корректор
ШАРАПКОВА Людмила Михайловна

Верстка
ФЕДOTOV Дмитрий Викторович

Дизайн
ГЛАВНИЦКИЙ Евгений Николаевич

Отдел распространения
и рекламы
КУЗНЕЦОВА Елена Александровна

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

ГРИГОРЬЕВ Сергей Георгиевич

чл.-корр. РАО, доктор тех. наук, профессор, Институт цифрового образования Московского городского педагогического университета, профессор департамента информатики, управления и технологий (Москва, Россия)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ВАСИЛЬЕВ Владимир Николаевич

чл.-корр. РАН, чл.-корр. РАО, доктор тех. наук, профессор, Национальный исследовательский университет ИТМО, ректор (Санкт-Петербург, Россия)

ГЕЙН Александр Георгиевич

доктор пед. наук, канд. физ.-мат. наук, профессор, Институт естественных наук и математики Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, профессор кафедры алгебры и фундаментальной информатики (Екатеринбург, Россия)

ГРИНШКУН Вадим Валерьевич

академик РАО, доктор пед. наук, профессор, Институт цифрового образования Московского городского педагогического университета, профессор департамента информатизации образования (Москва, Россия)

ДОБРОВОЛЬСКИЙ Николай Михайлович

доктор физ.-мат. наук, профессор, факультет математики, физики и информатики Тульского государственного педагогического университета им. Л. Н. Толстого, зав. кафедрой алгебры, математического анализа и геометрии (Тула, Россия)

ЕЛИЗАРОВ Александр Михайлович

доктор физ.-мат. наук, профессор, Институт информационных технологий и интеллектуальных систем Казанского (Приволжского) федерального университета, профессор кафедры цифровой аналитики и технологий искусственного интеллекта (Казань, Россия)

ЛАПТЕВ Владимир Валентинович

академик РАО, доктор пед. наук, канд. физ.-мат. наук, профессор, Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, первый проректор (Санкт-Петербург, Россия)

НОВИКОВ Дмитрий Александрович

чл.-корр. РАН, доктор тех. наук, профессор, Институт проблем управления РАН, директор (Москва, Россия)

РОДИОНОВ Михаил Алексеевич

доктор пед. наук, профессор, Педагогический институт им. В. Г. Белинского Пензенского государственного университета, зав. кафедрой «Информатика и методика обучения информатике и математике» (Пенза, Россия)

СЕМЕНОВ Алексей Львович

академик РАН, академик РАО, доктор физ.-мат. наук, профессор, Институт кибернетики и образовательной информатики им. А. И. Берга Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, директор (Москва, Россия)

СМОЛЯНИНОВА Ольга Георгиевна

академик РАО, доктор пед. наук, профессор, Институт педагогики, психологии и социологии Сибирского федерального университета, зав. кафедрой информационных технологий обучения и непрерывного образования (Красноярск, Россия)

УВАРОВ Александр Юрьевич

доктор пед. наук, профессор, Институт кибернетики и образовательной информатики им. А. И. Берга Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, ведущий научный сотрудник (Москва, Россия)

ХЕННЕР Евгений Карлович

чл.-корр. РАО, доктор физ.-мат. наук, профессор, механико-математический факультет Пермского государственного национального исследовательского университета, профессор кафедры информационных технологий (Пермь, Россия)

ШАКИРОВА Лиана Рафиковна

доктор пед. наук, профессор, Институт математики и механики им. Н. И. Лобачевского Казанского (Приволжского) федерального университета, зав. кафедрой теории и технологий преподавания математики и информатики (Казань, Россия)

БОНК Кёртис Джей

Ph.D., Педагогическая школа Индианского университета в Блумингтоне, профессор (Блумингтон, США)

ДАГЕНЕ Валентина Антановна

доктор наук, профессор, Институт наук о данных и цифровых технологий Вильнюсского университета, руководитель группы образовательных систем (Вильнюс, Литва)

ЛЕВИН Илья

Ph.D., Педагогический колледж Тель-Авивского университета, профессор (Тель-Авив, Израиль)

ПРАКАША Дж. С.

Ph.D., Школа образования Христианского университета, ассистент (Бангалор, Индия)

СЕРГЕЕВ Ярослав Дмитриевич

доктор физ.-мат. наук, профессор, Университет Калабрии, профессор (Козенца, Италия); Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского, профессор (Нижний Новгород, Россия)

СТОЯНОВ Станимир Недялков

Ph.D., Пловдивский университет «Паисий Хилендарский», профессор факультета математики и информатики (Пловдив, Болгария)

ФОМИН Сергей Анатольевич

Ph.D., Университет штата Калифорния в Чико, профессор (Чико, США)

ФОРКОШ БАРУХ Алана

Ph.D., Педагогический колледж им. Левински, ст. преподаватель (Тель-Авив, Израиль)

Scholarly journal

INFORMATICS AND EDUCATION

Volume 39 No 5 October 2024

PUBLISHED
SINCE AUGUST 1986

ISSN (print) 0234-0453
ISSN (online) 2658-7769

Table of Contents

PEDAGOGICAL EXPERIENCE

- S. D. Karakozov, E. A. Samokhvalova, N. I. Ryzhova.** Implementation of artificial intelligence essentials in the secondary general education informatics course: The practice-oriented aspect.....6
- N. N. Samylkina, I. A. Kalinin.** Modern approaches to the organization of the technological process of big data collection and preparation and related new professions in the IT industry: DevOps-engineer and data engineer 21

PEDAGOGICAL PERSONNEL

- N. Yu. Koroleva.** The training of future teachers to use augmented reality technologies: Approaches and implementation experience..... 40

INFORMATIZATION OF EDUCATION

- T. V. Bukina, M. V. Khramova, S. A. Kurkin, D. A. Andrikov, S. S. Goman, A. E. Dedkov, A. E. Hramov.** Neuroeducational software recommendational service as a tool for personalizing the educational process..... 50
- V. I. Annushkin, A. V. Shmeleva.** Using big data and neural network technologies in the creation of adaptive methodological materials for the development of teachers' research skills..... 63
- T. M. Voiteleva, N. V. Loginova.** Using neural network decision support systems in the formation of pedagogical communication skills 78

Certificate of Registration
of Mass Media PI No 77-7065
dated January 10, 2001

Publisher: LLC "Education and Informatics"
119261, Russia, Moscow, Leninsky prospect, 82/2, room 6
Phone: +7 (495) 140-19-86
E-mail: info@infojournal.ru
Publisher's website: <https://infojournal.ru/>
Postal address: 119270, Russia, Moscow, PO Box 15

Signed for printing: 31.10.24.
Format 60×90/8. Cond. printed sheets 11,5.
Circulation 2000 copies. Order No 6493.
Printed at the printing office of "LIDER PRINT"
142104, Russia, Moscow region, Podolsk,
st. Sverdlova, 26, tel.: +7 (495) 212-91-99,
+7 (926) 204-49-31, e-mail: info@book-expert.ru

© Education and Informatics, 2024



SCHOLARLY JOURNAL "INFORMATICS AND EDUCATION"

FOUNDERS:

RUSSIAN ACADEMY OF EDUCATION

PUBLISHING HOUSE

"EDUCATION AND INFORMATICS"

ISSN (print) 0234-0453

ISSN (online) 2658-7769

The journal is included in the List of Russian peer-reviewed scientific publications of the Higher Attestation Commission, in which the main scientific results of dissertations should be published for the degrees of Doctor of Sciences and Candidate of Sciences

Contacts

Editor-in-chief
grigorsg@yandex.ru

Editorial team
readinfo@infojournal.ru

Distribution
and Advertising Department
info@infojournal.ru

Phone
+7 (495) 140-19-86

Postal address
119270, Russia, Moscow,
PO Box 15

Journal website
<https://info.infojournal.ru>

EDITORIAL TEAM

**Editor-in-Chief of the
"Informatics and Education" journal**

Sergey G. GRIGORIEV

**Editor-in-Chief of the
"Informatics in School" journal**

Lyudmila L. BOSOVA

Director of Publishing House

Daniil S. RYBAKOV

Science Editor

Larisa M. DERGACHEVA

Senior Editor

Irina B. KIRICHENKO

Editor

Nikita S. SIROTKIN

Proofreader

Lyudmila M. SHARAPKOVA

Layout

Dmitry V. FEDOTOV

Design

Eugene N. GLAVNICKY

**Distribution and Advertising
Department**

Elena A. KUZNETSOVA

EDITOR-IN-CHIEF

Sergey G. GRIGORIEV

Corresponding Member of RAE, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Professor at the Department of IT, Management and Technology, Institute of Digital Education, Moscow City University (Moscow, Russia)

EDITORIAL BOARD

Vladimir N. VASILIEV

Corresponding Member of RAS, Corresponding Member of RAE, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Rector of ITMO University (St. Petersburg, Russia)

Alexander G. GEIN

Dr. Sci. (Edu.), Cand. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Professor at the Department of Algebra and Fundamental Informatics, Institute of Natural Sciences and Mathematics, Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin (Ekaterinburg, Russia)

Vadim V. GRINSHKUN

Academician of RAE, Dr. Sci. (Edu.), Professor, Professor at the Department of Education Informatization, Institute of Digital Education, Moscow City University (Moscow, Russia)

Nikolai M. DOBROVOLSII

Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Head of the Department of Algebra, Mathematical Analysis and Geometry, Faculty of Mathematics, Physics and Information Technologies, Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University (Tula, Russia)

Alexander M. ELIZAROV

Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Professor at the Department of Digital Analytics and Artificial Intelligence Technologies, Institute of Information Technology and Intelligent Systems, Kazan (Volga region) Federal University (Kazan, Russia)

Vladimir V. LAPTEV

Academician of RAE, Dr. Sci. (Edu.), Cand. Sci. (Phys.-Math.), Professor, First Vice Rector of the Herzen State Pedagogical University of Russia (St. Petersburg, Russia)

Dmitry A. NOVIKOV

Corresponding Member of RAS, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Director of the Institute of Control Sciences of RAS (Moscow, Russia)

Mikhail A. RODIONOV

Dr. Sci. (Edu.), Professor, Head of the Department "Informatics and Methods of Teaching Informatics and Mathematics", V. G. Belinsky Institute of Teacher Education, Penza State University (Penza, Russia)

Alexei L. SEMENOV

Academician of RAS, Academician of RAE, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Director of Axel Berg Institute of Cybernetics and Educational Computing of the Federal Research Center "Computer Science and Control" of RAS (Moscow, Russia)

Olga G. SMOLYANINOVA

Academician of RAE, Dr. Sci. (Edu.), Professor, Head of the Department of Information Technologies in Education and Lifelong Learning, Institute of Education Science, Psychology and Sociology, Siberian Federal University (Krasnoyarsk, Russia)

Alexander Yu. UVAROV

Dr. Sci. (Edu.), Professor, Leading Researcher, Axel Berg Institute of Cybernetics and Educational Computing of the Federal Research Center "Computer Science and Control" of RAS (Moscow, Russia)

Evgeniy K. KHENNER

Corresponding Member of RAE, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Professor at the Department of Information Technologies, Faculty of Mechanics and Mathematics, Perm State National Research University (Perm, Russia)

Liliana R. SHAKIROVA

Dr. Sci. (Edu.), Professor, Head of the Department of Theories and Technologies of Mathematics and Information Technology Teaching, N. I. Lobachevsky Institute of Mathematics and Mechanics, Kazan (Volga region) Federal University (Kazan, Russia)

Curtis Jay BONK

Ph.D., Professor at the School of Education of Indiana University in Bloomington (Bloomington, USA)

Valentina DAGIENÉ

Dr. (HP), Professor, Head of the Education Systems Group, Institute of Data Sciences and Digital Technologies, Vilnius University (Vilnius, Lithuania)

Ilya LEVIN

Ph.D., Professor at the Department of Mathematics, Science and Technology Education, School of Education, Tel Aviv University (Tel Aviv, Israel)

G. S. PRAKASHA

Ph.D., Assistant Professor, School of Education, Christ University (Bangalore, India)

Yaroslav D. SERGEYEV

Ph.D., D.Sc., D.H.C., Distinguished Professor, Professor, University of Calabria (Cosenza, Italy); Professor, Lobachevsky State University (Nizhny Novgorod, Russia)

Stanimir N. STOYANOV

Ph.D., Professor at the Faculty of Mathematics and Informatics, University of Plovdiv "Paisii Hilendarski" (Plovdiv, Bulgaria)

Sergei A. FOMIN

Ph.D., Professor, California State University in Chico (Chico, USA)

Alona FORKOSH BARUCH

Ph.D., Senior Teacher, Pedagogical College Levinsky (Tel Aviv, Israel)

XXI ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО МЕТОДИКЕ ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ ИНФО-2024

Издательство «Образование и Информатика»
объявляет о проведении в 2024 году

XXI Всероссийского конкурса научно-практических работ по методике обучения информатике и информатизации образования ИНФО-2024, посвященного 40-летию школьной информатики

Номинации конкурса:

1. 40 лет школьной информатике: Современный урок информатики.
2. 40 лет школьной информатике: Олимпиады, конкурсы, проекты по информатике.
3. 40 лет школьной информатике: Дополнительное образование в области информатики и информационных технологий.
4. 40 лет школьной информатике: Инновации в методах и средствах обучения.
5. 40 лет школьной информатике: Подготовка педагогических кадров для современной цифровой школы.
6. 40 лет школьной информатике: Информатизация управления образовательной организацией.

Руководит конкурсом **Организационный комитет** (далее — Оргкомитет), состоящий из представителей Российской академии образования, ведущих методистов, членов редакционных коллегий журналов «Информатика в школе» и «Информатика и образование», сотрудников объединенной редакции журналов.

Цели и задачи конкурса

1. Поддержка и распространение опыта педагогов и образовательных организаций по внедрению в образовательную практику современных методов и средств обучения и управления образованием.
2. Выявление и поддержка талантливых педагогов, методистов, руководителей образовательных организаций и органов управления образованием, заинтересованных в развитии инновационных образовательных технологий.
3. Включение педагогов, методистов, руководителей образовательных организаций и органов управления образованием в деятельность по разработке нового содержания образования, новых образовательных технологий, методик обучения и управления образованием.
4. Создание информационно-образовательного пространства на сайте издательства «Образование и Информатика», а также на страницах журналов «Информатика в школе» и «Информатика и образование» по обмену и распространению опыта внедрения инновационных образовательных технологий.
5. Повышение информационной культуры и информационно-коммуникационной компетентности всех участников образовательного процесса.

Сроки и этапы проведения конкурса

1. **Работы на конкурс принимаются с 5 октября по 25 декабря 2024 года включительно.** Работы, присланные позже 25 декабря 2024 года, к участию в конкурсе допускаться не будут.
2. **Итоги конкурса** будут опубликованы на сайте издательства «Образование и Информатика», а также в журналах «Информатика в школе» и «Информатика и образование» № 1-2025 (февраль).
3. **Лучшие работы** будут опубликованы в журналах «Информатика в школе» и «Информатика и образование».

Победители конкурса получают (бесплатно):

1. Диплом от издательства «Образование и Информатика».
2. Подписку в печатном виде на журналы «Информатика в школе» и «Информатика и образование» на 2025 год.

Подробную информацию о конкурсе вы можете найти на сайте ИНФО:

<https://infojournal.ru/competition/info-2024/>

Контакты Оргкомитета:

Телефон: +7 (495) 140-19-86

E-mail: readinfo@infojournal.ru

<https://www.infojournal.ru/>

DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-5-6-20



ИМПЛЕМЕНТАЦИЯ ОСНОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В КУРС ИНФОРМАТИКИ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ: ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ АСПЕКТ

С. Д. Каракозов¹, Е. А. Самохвалова¹ ✉, Н. И. Рыжова²

¹ *Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия*

² *Государственный университет просвещения, г. Москва, Россия*

✉ ea.samokhvalova@mpgu.su

Аннотация

В статье представлена концепция имплементации основ искусственного интеллекта (ИИ) в курс информатики среднего общего образования. Авторы предлагают структурированный и многоуровневый подход к ИИ, охватывающий как базовый, так и углубленный уровни изучения предмета. Концепция органично встраивается в четыре основных раздела курса информатики: цифровая грамотность, теоретические основы информатики, алгоритмы и программирование, информационные технологии.

Особое внимание уделяется практико-ориентированному аспекту обучения. Сюда относится работа с реальными наборами данных, программирование на языке Python, использование специализированных библиотек для машинного обучения и анализа данных. Приведены конкретные примеры практических заданий, демонстрирующих применение различных методов и алгоритмов ИИ: от простой классификации данных до создания и обучения нейронных сетей. Концепция предусматривает широкие возможности для проектно-исследовательской и внеурочной деятельности, что способствует развитию творческих, аналитических и исследовательских навыков учащихся. Важным аспектом предложенного подхода является его соответствие современным требованиям цифровой экономики.

В статье подчеркивается необходимость формирования у школьников компетенций в области ИИ и анализа данных, которые будут востребованы в их будущей профессиональной деятельности. Представлены критерии отбора содержания обучения, примерное тематическое планирование для базового и углубленного уровней. Авторы обосновывают важность системного изучения ИИ в среднем общем образовании и указывают на необходимость разработки соответствующего учебно-методического обеспечения.

Ключевые слова: искусственный интеллект, анализ данных, машинное обучение, нейронные сети, информатика, среднее общее образование, проектная деятельность, практико-ориентированное обучение.

Для цитирования:

Каракозов С. Д., Самохвалова Е. А., Рыжова Н. И. Имплементация основ искусственного интеллекта в курс информатики среднего общего образования: практико-ориентированный аспект. *Информатика и образование*. 2024;39(5):6–20. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-5-6-20.

IMPLEMENTATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ESSENTIALS IN THE SECONDARY GENERAL EDUCATION INFORMATICS COURSE: THE PRACTICE-ORIENTED ASPECT

S. D. Karakozov¹, E. A. Samokhvalova¹ ✉, N. I. Ryzhova²

¹ *Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia*

² *Federal State University of Education, Moscow, Russia*

✉ ea.samokhvalova@mpgu.su

Abstract

The article presents the concept of implementing the artificial intelligence (AI) essentials in the informatics course of secondary general education. The authors propose a structured and multilevel approach to AI, covering both basic and advanced levels of the subject. The concept is organically embedded in four main sections of the informatics course: digital literacy, theoretical foundations of informatics, algorithms and programming, and information technologies.

Special attention is paid to the practice-oriented aspect of learning. This includes working with real data sets, programming in Python, and using specialized libraries for machine learning and data analysis. Specific examples of practical tasks are given to

demonstrate the application of various AI methods and algorithms: from simple data classification to the creation and training of neural networks. The concept provides ample opportunities for project and extracurricular activities, which contribute to developing students' creative, analytical, and research skills. An important aspect of the proposed approach is its compliance with modern requirements of the digital economy.

The article emphasizes the need to teach schoolchildren competencies in AI and data analysis, which will be in demand in their future professional activities. It presents criteria for selecting learning content, exemplary thematic planning for basic and advanced levels. The authors substantiate the importance of the systematic AI study in secondary general education and point out the need to develop appropriate teaching and learning support.

Keywords: artificial intelligence, data analysis, machine learning, neural networks, informatics, secondary general education, project activities, practice-oriented learning.

For citation:

Karakozov S. D., Samokhvalova E. A., Ryzhova N. I. Implementation of artificial intelligence essentials in the secondary general education informatics course: The practice-oriented aspect. *Informatics and Education*. 2024;39(5):6–20. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-5-6-20.

1. Введение

В современных условиях интенсивной интеграции технологий искусственного интеллекта (ИИ) в экономику и другие сферы жизни особенно актуальной становится проблема подготовки специалистов, владеющих технологиями ИИ и анализа данных. Фундаментальную роль в формировании кадрового потенциала для цифровой экономики России играет общеобразовательная подготовка учащихся на уровне средней школы. В этом контексте особое значение приобретает школьный курс информатики, который претерпевает значительные изменения в содержании и методологии. В числе прочего в учебный процесс включается изучение основ ИИ и методологии анализа данных с последовательным усложнением материала: от ознакомления школьников с прикладными аспектами технологий ИИ на этапе основного общего образования до погружения в теоретические концепции и практические методики в углубленном курсе информатики на этапе среднего общего образования. Такой подход обеспечивает постепенное формирование у учащихся компетенций, необходимых для эффективной работы в условиях цифровой экономики и дальнейшего профессионального развития в сфере информационных технологий и ИИ [1]. Включение темы «Искусственный интеллект» в курс информатики среднего общего образования является одним из ключевых аспектов модернизации образовательной системы. Это находит отражение в государственных образовательных стандартах и программах цифровой трансформации образования [2–8]. Эволюция курса информатики в российской системе общего образования за почти 40-летний период сопровождалась постепенным введением изучения технологий ИИ в школьную программу. Современные учебные материалы предполагают не только ознакомление с возможностями экспертных систем, но и комплексное изучение проблематики ИИ, которое включает в себя широкий спектр решаемых задач, практические работы и исследовательские проекты [9–11].

Целью статьи является обоснование концепции имплементации изучения основ ИИ в курс информатики среднего общего образования с акцентом на практико-ориентированный подход.

2. Некоторые актуальные тренды использования искусственного интеллекта в образовании

Вопросам изучения основ искусственного интеллекта в среднем общем образовании и его интеграции в учебный процесс в последнее время уделяется все большее внимание, что находит отражение в научно-методических работах ученых-педагогов, психологов, философов и других исследованиях самого разного профиля и уровня [12–14]. Эта тенденция обусловлена не только технологическим прогрессом, но и потребностью в адаптации образовательных методик к быстро меняющимся требованиям цифрового общества. Она показывает растущее осознание как потенциала ИИ в трансформации образовательной сферы, так и необходимости глубокого изучения этой технологии для ее эффективного внедрения в обучение, а также отражает философско-правовые аспекты глобальной цифровизации современного социума.

Остановимся на ряде результатов современных исследований в области образования, в которых авторы обращаются к многогранным аспектам интеграции ИИ в учебный процесс.

Л. Л. Босова и Н. Н. Самылкина в статье «Современная информатика: от робототехники до искусственного интеллекта» [15] на примере работы кружка по информатике в рамках проекта «Детский университет МПГУ» показывают, как, начав с занятий робототехникой и перейдя к проектированию объектов и их прототипированию, можно выйти на моделирование процессов и сложных систем, а затем и прогнозирование поведения сложных систем с использованием специальных программных сред. Этот подход естественным образом подводит учащихся к темам, посвященным основам криптографии и ИИ. Используя интересные школьникам объекты и изложенную в доступной форме теорию, непосредственно применяемую на практике, педагоги не только способствуют формированию более глубокого понимания сложных тем курса информатики, но и значительно повышают мотивацию учащихся к изучению инновационных технологий.

А. Ю. Уваров в работе «Технологии искусственного интеллекта в образовании» [16] углубляется

в анализ перехода к персонализированному образованию в контексте внедрения ИИ. Он рассматривает основные аспекты и проблемы, связанные с включением ИИ в образовательную сферу, в том числе технические, педагогические и этические вопросы. Этот комплексный подход позволяет выявить не только преимущества, но и потенциальные риски использования ИИ в образовании, что крайне важно для разработки сбалансированных стратегий его внедрения.

В других работах А. Ю. Уварова и его соавторов [17, 18], а также в исследованиях Е. Ю. Баракиной, А. В. Поповой, С. С. Гороховой, А. С. Восковской [19] и Е. В. Фроловой, О. В. Рогащ, Т. М. Рябовой [20] всесторонне обсуждаются вопросы влияния достижений ИИ на современное образование. При этом авторы не только освещают проблематику интеграции этих технологий в образовательный процесс, но и предлагают многоаспектный анализ новых тенденций и рисков в контексте цифровизации образования. Особое значение в рамках этой проблематики имеют исследования ученых-юристов, в которых обсуждаются, например, правовой статус ИИ и теоретико-правовые вопросы разграничения и развития понятийного аппарата в этой области (см., например, статьи А. В. Афанасьевской [21], И. Р. Бегишева и З. И. Хисамовой [22]).

Н. И. Рыжова, И. И. Трубина, Н. Ю. Королева и Е. В. Филимонова в своих работах [14, 23] не только рассматривают теоретические вопросы интеграции ИИ в учебную программу по информатике (например, с учетом эмоционально-этической составляющей этой технологии [14]), но и приводят примеры того, как можно в рамках внеклассной работы предлагать учащимся овладевать современными знаниями в области ИИ (например, при подготовке к олимпиаде по этой теме [23]), а также обращают внимание на необходимость расширения и углубления профессиональной подготовки будущих учителей информатики «в области программирования как одной из технологий, без которой немислимо качественное овладение трендами ИИ» [23].

Н. Н. Самылкина и А. А. Салахова в исследовании «Основы искусственного интеллекта в школьном курсе информатики: история вопроса и направления развития» [24] предлагают современный подход к изучению раздела «Искусственный интеллект» в рамках курса информатики. При этом они ориентируются на формирование у обучающихся как фундаментальных теоретических знаний, так и практических навыков работы с ИИ, что рассматривается как ключевой фактор в подготовке будущих специалистов в области информационных технологий и развитии цифровой грамотности в масштабах всей образовательной системы.

Несмотря на значительный прогресс в исследованиях, посвященных ИИ, его методологиям и алгоритмическим принципам, а также широкому применению технологий анализа данных в различных профессиональных областях, наблюдается дефицит научно обоснованных методических подходов к си-

стемному изучению аспектов ИИ в контексте общего образования. Кроме того, имеются существенные расхождения между отечественными и зарубежными концепциями относительно содержания изучения ИИ в образовательных программах и выбора инструментальных средств для реализации интеллектуальных алгоритмов. В российской системе образования также недостаточно учебно-методического обеспечения для курса информатики в основной и старшей школе. Эти факторы создают существенные препятствия для эффективной интеграции знаний об ИИ в систему общего образования и требуют комплексного подхода к разработке соответствующих ресурсов и методологий, адаптированных к специфике российской образовательной системы и современным требованиям технологического развития.

3. Краткая характеристика содержания и уровней обучения технологиям искусственного интеллекта в школе

Мы предлагаем рассматривать технологии ИИ как объект изучения в курсе информатики, в рамках внеурочной и проектно-исследовательской деятельности обучающихся среднего общего образования и как средство обучения (инструмент) в изучении большинства дисциплин учебного плана. В рамках предлагаемого подхода к изучению ИИ в средней общеобразовательной школе учащиеся получают широкий спектр знаний и практических навыков.

Содержание отобрано согласно программам курса информатики для двух уровней изучения предмета, требованиям к образовательным результатам, а также с учетом УМК по информатике углубленного уровня для X—XI классов И. А. Калинина, Н. Н. Самылкиной [9, 25].

Отбор содержания обучения для среднего общего образования проводился с учетом предметных и метапредметных требований к освоению образовательной программы. Критерии отбора содержания основывались на анализе нормативных документов по тематике искусственного интеллекта и анализа данных.

Содержание изучения технологий ИИ в самом курсе информатики включает в себя:

- **инвариантную часть** в виде самостоятельных тем — для базового и углубленного уровней изучения;
- **вариативную часть** — курсы по выбору, внеурочная и проектная деятельность, в том числе индивидуальные проекты для инженерных соревнований и подготовка к олимпиадам.

Тематические разделы инвариантной части могут расширяться за счет дополнительных материалов в зависимости от количества часов учебного плана для базового и углубленного уровней изучения информатики. Изучение технологий ИИ организовано в форме теоретических модулей, практических заданий с исследовательской частью и проверочных материалов для внутреннего оценивания.

Изучение основ ИИ встраивается в содержание курса информатики как в виде дополнений к отдельным темам, так и в виде самостоятельных тем, если курс изучается в расширенном варианте (т. е. если в программе предусмотрены по два часа в неделю и проектная деятельность с использованием сервисов ИИ). Предлагаемый контент структурирован по четырем тематическим разделам:

- цифровая грамотность;
- теоретические основы информатики;
- алгоритмы и программирование;
- информационные технологии.

Последовательность изучения отдельных тем выбирает учитель информатики согласно тематическому планированию курса в конкретной образовательной организации.

Примерное содержание тем для изучения технологий ИИ и анализа данных в курсе информатики среднего общего образования базового уровня представлено в таблице 1.

В разделе «Цифровая грамотность» сделан акцент на ИИ как перспективном направлении развития информационных технологий; изучается появление, развитие и применение ИИ в различных областях деятельности человека. В этом же разделе рассматриваются понятия «большие данные» и «анализ данных», так как в основной школе на базовом уровне они не изучались. Теоретический материал может также содержать информацию о классах задач анализа данных: классификации, кластеризации и регрессии. Это дает возможность далее реализовывать небольшие междисциплинарные проекты по анализу данных из разных пред-

метных областей. Если проекты по анализу данных не предусматриваются, то предлагаемая к изучению теоретическая база, а также практические работы включаются в тематический раздел «Информационные технологии» в соответствии с рекомендациями федеральной рабочей программы по информатике базового уровня.

В разделе «Теоретические основы информатики» рассматриваются вопросы кодирования и обработки различной информации с использованием интеллектуальных методов. В теоретической части дается обзор интеллектуальных методов обработки текста, графики и звука, а на практике такая обработка реализуется с использованием специальных библиотек языка Python. Представлен материал для учащихся, владеющих базовыми навыками программирования на Python и проявивших интерес к этой теме, поэтому учитель самостоятельно принимает решение о его включении в программу расширенного базового курса информатики.

В разделе «Алгоритмы и программирование» изучаются различные классы интеллектуальных алгоритмов в составе информационных систем. Подробно рассматривается обработка текста на естественных языках как одно из популярных направлений ИИ. На практике анализируется обработка строк стандартными функциями языка Python, а также использование регулярных выражений для поиска фрагментов текста по шаблону. Тема не предусматривает отдельное освоение теоретического материала и изучается на практике: сначала небольшое вступление о решаемых задачах, далее выполнение упражнений и практических заданий.

Таблица 1 / Table 1

Темы для изучения технологий искусственного интеллекта и анализа данных в разделах курса информатики среднего общего образования (базовый уровень)

Topics for studying artificial intelligence and data analysis technologies in sections of the informatics course of secondary general education (basic level)

№ п/п	Раздел	Темы	Внеурочная и проектная деятельность
1	Цифровая грамотность	Понятие «большие данные». Что такое анализ данных и для чего он нужен. Представление о задачах классификации, кластеризации, регрессии и пр. ИИ как наука и технология	Межпредметные проекты по анализу данных с использованием типовых инструментов
2	Теоретические основы информатики	Обработка текста, графики, звука средствами ИИ, основные принципы их работы	Создание простых приложений для обработки текста, графики, звука с использованием существующих сервисов ИИ
3	Алгоритмы и программирование	Понятие «интеллектуальные алгоритмы». Обработка строк стандартными функциями, выделение шаблонов с использованием регулярных выражений	Проекты по созданию алгоритмов для обработки строк и выделения шаблонов. Проекты по обработке и интерпретации данных
4	Информационные технологии	Работа с сервисами ИИ (создание промптов, перевод, распознавание изображений, текста, речи и т. п.)	Проекты по созданию чат-ботов с использованием сервиса для управления и настройки телеграм-ботов BotFather и других типовых технологических решений

В разделе «Информационные технологии» предусмотрено изучение возможностей и ограничений технологий ИИ в различных областях, а также формирование представлений об использовании информационных технологий в профессиональных сферах. Рассматривается понятие «пром프트» и приемы создания промптов. В ходе практических заданий школьники создают промпты для генерации текстов и изображений. Предлагается проектная работа по созданию и использованию чат-бота для Telegram (базовый уровень).

На углубленном уровне обучения основам ИИ программа существенно шире и сложнее. **Примерное содержание тем по технологиям ИИ и анализу данных в курсе информатики углубленного уровня в рамках среднего общего образования представлено в таблице 2.**

Содержание раздела «Цифровая грамотность» представляет собой комплексное введение в тему изучения технологий ИИ и анализа данных. Оно охватывает широкий спектр тем, начиная с исторического контекста возникновения ИИ и заканчивая современными методами анализа больших данных. Материал структурирован таким образом, чтобы обеспечить школьникам последовательное представление ключевых концепций, в числе которых определение ИИ как науки и технологии, основные задачи ИИ, связь с наукой о данных, характеристики больших данных и этапы их анализа. Особое внимание уделяется практическим аспектам работы с данными: использованию специализирован-

ных библиотек Python (Pandas, Matplotlib и Seaborn) для анализа и визуализации данных. Теоретические концепции подкрепляются конкретными примерами работы сервисов ИИ из различных областей (например, метеорологии, розничной торговли и социальных сетей), что способствует формированию у учащихся целостного представления о применении ИИ и анализа данных в жизни.

В разделе «Теоретические основы информатики» рассматривается теоретический материал об онтологиях в составе информационных систем, устройство и работа экспертных систем, создание и работа ассоциативных правил, работа с интеллектуальным алгоритмом Apriori на их основе. Практические работы с использованием библиотек рассчитаны на расширенные навыки программирования на Python, соответствующие программе углубленного изучения информатики.

В разделе «Алгоритмы и программирование» рассматриваются приемы создания, обучения и использования нейронных сетей для решения самых разных задач. Наглядно демонстрируется значимость навыков программирования на Python для решения прикладных задач ИИ. Теоретический материал представляет собой продолжение раздела «Теоретические основы информатики», а именно: нисходящий и восходящий подходы к разработке систем искусственного интеллекта, моделирование сложных динамических процессов.

В разделе «Информационные технологии» подробно рассмотрены виды и задачи машинного

Таблица 2 / Table 2

Темы для изучения технологий искусственного интеллекта и анализа данных в разделах курса информатики среднего общего образования (углубленный уровень)

Topics for studying artificial intelligence and data analysis technologies in sections of the informatics course of secondary general education (advanced level)

№ п/п	Раздел	Темы	Внеурочная и проектная деятельность
1	Цифровая грамотность	Использование технологий ИИ в жизни и профессиональной деятельности	Проекты по анализу данных с использованием специализированных библиотек языка программирования Python: Pandas, Matplotlib, Seaborn
2	Теоретические основы информатики	Онтологии в составе информационных систем. Экспертные системы. Ассоциативные правила. Модели на примере нейронной сети	Проекты по созданию простых информационных систем с использованием онтологий и ассоциативных правил
3	Алгоритмы и программирование	Создание простых экспертных систем. Модели нейронных сетей для решения задач классификации. Реализация дерева решений на классических задачах или их вариациях	Проекты по созданию и обучению нейронных сетей и деревьев решений. Проекты по визуализации данных с использованием специализированных библиотек (Bokeh, Plotly и др.)
4	Информационные технологии	Специализированные библиотеки для задач ИИ. Демонстрация технологий очистки данных и их визуализации. Реализация алгоритма Apriori разными способами	Проекты по созданию приложений с использованием алгоритмов машинного обучения

обучения, использование специализированных библиотек для очистки данных и визуализация таких библиотек. Этот материал может изучаться непосредственно после раздела «Цифровая грамотность», так как является основой для понимания работы специализированных библиотек, решающих программным способом сложные задачи. Теоретическая часть этого раздела имеет повышенную сложность и рассматривается по мере необходимости.

4. Примеры практических заданий разного уровня и разной сложности для школьников

4.1. Базовый уровень изучения информатики

Рассмотрим пример практического задания, которое предлагается учащимся в рамках *раздела «Теоретические основы информатики» (базовый уровень)*. Выполнение этой работы способствует приобретению начальных навыков в области анализа текстов и построения моделей для решения задач классификации, что является основой для дальнейшего изучения более сложных методов машинного обучения и технологий ИИ.

Пример 1.

Задание.

Создайте на Python классификатор коротких текстов на основе метода «мешок слов» для векторизации и подсчета уникальных слов. Протестируйте и оцените точность классификатора на других текстах.

Ход решения.

1. Для начала создадим шесть предложений, не связанных друг с другом. Каждое предложение — это текст, относящийся к одной из трех категорий: спорт, наука или путешествия. Эти тексты будем использовать в качестве обучающих данных:

```
тексты = [
    "Футбольная команда одержала победу в финальном матче.",
    "Теннисист выиграл турнир после упорной борьбы.",
    "Ученые обнаружили новую экзопланету в далекой галактике.",
    "Исследователи разработали инновационный метод лечения рака.",
    "Мы посетили живописный пляж с белым песком и изумрудной водой.",
    "Во время отпуска мы совершили захватывающую поездку по горам."
]
```

2. Создадим словарь уникальных слов. Для этого сначала создадим пустое множество для словаря. Затем каждый текст разобьем на слова и добавим их в созданное множество. Заполненное множество слов преобразуем в список:

```
словарь_уникальных_слов = set()
for текст in тексты:
    словарь_уникальных_слов.update(текст.split())
словарь_уникальных_слов =
    list(словарь_уникальных_слов)
```

3. Теперь каждое предложение преобразуем в вектор, длина которого равна количеству уникальных слов в словаре. Если слово из словаря присутствует в тексте, соответствующий элемент вектора будет равен 1, иначе — 0:

```
векторы_текстов = []
for текст in тексты:
    вектор = [1 if слово in текст.split()
               else 0 for слово in
               словарь_уникальных_слов]
    векторы_текстов.append(вектор)
```

4. Перейдем к созданию словаря для категорий. Произведем распределение слов по категориям на основе их присутствия в соответствующих текстах. Первые два текста относятся к категории спорт, следующие два — к категории наука, последние два — путешествия:

```
категории = {
    'Спорт': set(),
    'Наука': set(),
    'Путешествия': set()
}
for i, вектор in enumerate(векторы_текстов):
    for j, слово in
        enumerate(словарь_уникальных_слов):
        if вектор[j] == 1:
            if i < 2:
                категории['Спорт'].add(слово)
            elif i < 4:
                категории['Наука'].add(слово)
            else:
                категории['Путешествия'].
add(слово)
```

5. Теперь напишем функцию, которая будет создавать вектор для входного (нового) текста, а затем подсчитывать количество присутствующих в тексте слов каждой категории. Категория с наибольшим количеством совпадений будет выбираться как предсказанная:

```
def классифицировать(текст):
    вектор = [1 if слово in текст.split()
               else 0 for слово in
               словарь_уникальных_слов]
    счетчики = {категория: sum(вектор[j]
                                for j, слово in
                                enumerate(словарь_уникальных_слов)
                                if слово in категории[категория])
                 for категория in категории}
    return max(счетчики, key=счетчики.get)
```

6. Протестируем наш классификатор на новых текстах, создав список «новые_тексты» с парами:

текст, ожидаемая категория. Затем для каждого текста выполним классификацию и выведем результат — текст, предсказанная категория и ожидаемая категория:

```
новые_тексты = [
    ("Баскетболисты выиграли чемпионат после
    напряженного финала.", "Спорт"),
    ("Астрономы открыли новую галактику на краю
    Вселенной.", "Наука"),
    ("Это было незабываемое путешествие на
    живописный остров.", "Путешествия")
]
for текст, известная_категория in новые_тексты:
    предсказание = классифицировать(текст)
    print(f"Текст: {текст}\nПредсказанная
    категория: {предсказание}\nОжидаемая
    категория: {известная_категория}\n")
```

7. На последнем шаге вычислим точность классификатора путем подсчета соотношения количества правильных предсказаний к общему количеству предсказаний. Затем выразим результат в процентах:

```
correct = 0
total = len(новые_тексты)
for текст, известная_категория in новые_тексты:
    предсказание = классифицировать(текст)
    if предсказание == известная_категория:
        correct += 1
accuracy = correct / total * 100
print(f"Точность классификации:
{accuracy:.2f}%")
```

Результатом работы программы будет простой классификатор текстов (рис. 1).

```
Текст: Баскетболисты выиграли чемпионат
после напряженного финала.
Предсказанная категория: Спорт
Ожидаемая категория: Спорт

Текст: Астрономы открыли новую галактику
на краю Вселенной.
Предсказанная категория: Наука
Ожидаемая категория: Наука

Текст: Это было незабываемое путешествие
на живописный остров.
Предсказанная категория: Путешествия
Ожидаемая категория: Путешествия

Точность классификации: 100.00%
```

Рис. 1. Скриншот результата работы простого классификатора текстов

Fig. 1. Screenshot of a simple text classifier result

В ходе выполнения этого практического задания учащиеся знакомятся с процессами преобразования текстовых данных в числовые векторы, создания словаря уникальных слов, распределения слов по категориям, а также с реализацией и тестированием простого алгоритма классификации.

Выполнение практического задания из раздела «Алгоритмы и программирование» (базовый уровень) способствует развитию навыков использования регулярных выражений и обработки текста в контексте реальной задачи валидации пользовательского ввода, что является важным аспектом создания безопасных и надежных информационных систем.

Пример 2.

Задание.

Создайте на Python форму для ввода личных данных пользователя (имя, электронная почта, номер телефона и дата рождения) и настройте проверку соответствия введенных данных заданным шаблонам.

Ход решения.

1. Импортируем модуль `re` для работы с регулярными выражениями:

```
import re
```

2. Пропишем функцию, внутри которой определим четыре паттерна для проверки корректности ввода:

- паттерн для имени допускает присутствие букв, цифр и пробелов;
- паттерн для отображения электронной почты проверяет наличие символа `@` и домена;
- паттерн для телефона ожидает номер телефона в формате «XXX-XXX-XXXX»;
- паттерн для даты рождения ожидает дату в формате «ДД/ММ/ГГГГ».

```
def validate_user_input(name, email, phone,
    birth_date):
    name_pattern = r'^[\w\s]+$'
    email_pattern = r'^[\w\.-]+@[\w\.-]+\.\w+$'
    phone_pattern = r'^\d{3}-\d{3}-\d{4}$'
    birth_date_pattern = r'^\d{2}/\d{2}/\d{4}$'
```

3. Произведем проверку всех входных параметров на соответствие паттернам. Если какой-либо из параметров им не соответствует, функция выдаст сообщение об ошибке. Если все проверки пройдены успешно, функция сообщит о корректности введенных данных:

```
if not re.match(name_pattern, name):
    return "Некорректное имя"
if not re.match(email_pattern, email):
    return "Некорректный адрес электронной
    почты"
if not re.match(phone_pattern, phone):
    return "Некорректный номер телефона"
if not re.match(birth_date_pattern,
    birth_date):
    return "Некорректная дата рождения"
return "Данные введены корректно"
```

4. Определим тестовые данные для проверки работы функции:

```
name = "Иван Петров"
email = "ivan.petrov@example.com"
```

```
phone = "123-456-7890"
birth_date = "01/01/1990"
validation_result = validate_user_input(name,
    email, phone, birth_date)
print(validation_result)
```

Результатом работы программы будет строка: «Данные введены корректно».

Этот пример демонстрирует практическое использование паттернов для обеспечения соответствия данных заданным форматам.

Практическое задание в разделе «Информационные технологии» (базовый уровень) направлено на развитие навыков эффективного взаимодействия с языковыми моделями ИИ путем создания структурированных запросов (промптов). Это помогает учащимся освоить принципы формулирования четких инструкций с необходимыми уточнениями и требованиями для получения желаемых результатов.

Пример 3.

Задание.

Напишите с помощью ИИ научно-фантастический рассказ на тему «Путешествие в будущее».

Ход решения.

1. Составим промпт для чат-бота GigaChat¹. Начнем с описания подробностей задания, например: главный герой — обычный человек из настоящего времени, который оказывается в будущем. Необходимо передать его первые впечатления и реакцию на футуристические технологии, общество и окружающую среду, а также дополнить их подробностями увиденных им необычных транспортных средств, зданий и т. п.

2. Добавим в промпт уточнения: сюжет рассказа должен быть захватывающим, герой в ходе своего путешествия должен столкнуться с проблемами и препятствиями.

3. Далее в промпт необходимо включить специфические требования — кому адресован рассказ, каков его стиль и ожидаемый объем, например:

- целевая аудитория — подростки в возрасте 13–17 лет;
- стиль повествования — динамичный и увлекательный;
- объем — около 1000–1500 слов.

4. Введем составленный промпт в чат-бот GigaChat и получим рассказ, фрагмент которого можно увидеть на рисунке 2.

4.2. Углубленный уровень изучения информатики

Практическое задание в рамках раздела «Теоретические основы информатики» (углубленный уровень) позволит обучающимся самостоятельно

— Название: Путешественник во времени

Глава 1: Введение

Алексей был обычным парнем из Москвы, учеником старших классов. Он любил играть в компьютерные игры, читать комиксы и мечтать о том, чтобы однажды оказаться в будущем. Но он никогда не думал, что его мечта станет реальностью.

Однажды вечером, после очередного дня в школе, Алексей вернулся домой и обнаружил странную коробку на своем столе. Она была покрыта неизвестными символами и имела несколько кнопок. Внутри коробки находились шлем и какие-то провода.

Рис. 2. Скриншот фрагмента ответа чат-бота GigaChat на запрос

Fig. 2. Screenshot of a fragment of GigaChat chatbot's response to the prompt

реализовать систему, основанную на базе знаний и демонстрирующую принципы логического вывода, обработки неопределенности и взаимодействия с пользователем в контексте реальной прикладной задачи.

Пример 4.

Задание.

Создайте экспертную систему для диагностики заболеваний на основе введенных пользователем симптомов. Система должна запрашивать у пользователя список симптомов, анализировать их с использованием базы знаний, задавать уточняющие вопросы для повышения точности диагноза и выводить возможные диагнозы с указанием их вероятности, а также рекомендации по лечению.

Ход решения.

1. Начнем с создания функции для приема ответов по уточняющим вопросам. Эта функция задает вопрос пользователю и возвращает «True», если пользователь ответил «да», и «False», если ответил «нет»:

```
def ask_question(question):
    response = input(question + " (да/нет): ").
        strip().lower()
    return response == 'да'
```

2. Далее создадим функцию диагностики:

```
def diagnose(symptoms):
```

3. Внутри этой функции создадим базу знаний, где ключом будет заболевание, а значением станет словарь с тремя элементами — симптомы, рекомендации и перечень уточняющих вопросов:

```
knowledge_base = {
    "простуда": {
        "симптомы": ["насморк", "кашель",
            "боль в горле", "лихорадка",
            "чихание", "головная боль"],
```

¹ GigaChat — бесплатная нейросеть на русском языке, которая общается как человек. Подробнее см.: <https://giga.chat/>

```

"рекомендации": "Пить много жидкости,
отдыхать, принимать парацетамол или
ибупрофен.",
"уточняющие вопросы": [
    ("У вас есть насморк?",
     "насморк"),
    ("У вас есть кашель?",
     "кашель"),
    ("У вас болит горло?",
     "боль в горле"),
    ("У вас есть лихорадка?",
     "лихорадка"),
    ("Вы чихаете?", "чихание"),
    ("У вас болит голова?",
     "головная боль")
],
},
"грипп": {
    "симптомы": ["высокая температура",
"озноб", "головная боль", "боль
в мышцах", "слабость", "кашель"],
    "рекомендации": "Обратиться к врачу,
много отдыхать, пить много жидкости,
принимать противовирусные препараты,
если назначит врач.",
    "уточняющие вопросы": [
        ("У вас высокая температура?",
         "высокая температура"),
        ("У вас озноб?", "озноб"),
        ("У вас болит голова?",
         "головная боль"),
        ("У вас болят мышцы?",
         "боль в мышцах"),
        ("Вы чувствуете слабость?",
         "слабость"),
        ("У вас есть кашель?",
         "кашель")
    ]
},
"аллергия": {
    "симптомы": ["чихание", "зуд в
глазах", "насморк", "кожная сыпь"],
    "рекомендации": "Избегать
аллергенов, принимать
антигистаминные препараты,
обращаться к аллергологу
при необходимости.",
    "уточняющие вопросы": [
        ("Вы чихаете?", "чихание"),
        ("У вас зуд в глазах?",
         "зуд в глазах"),
        ("У вас есть насморк?",
         "насморк"),
        ("У вас есть кожная сыпь?",
         "кожная сыпь")
    ]
},
"ангина": {
    "симптомы": ["боль в горле", "труд-
ности при глотании", "лихорадка",

```

```

"увеличенные миндалины"],
"рекомендации": "Обратиться к врачу,
принимать антибиотики, если
назначит врач, полоскать горло
солевым раствором.",
"уточняющие вопросы": [
    ("У вас болит горло?",
     "боль в горле"),
    ("Вам трудно глотать?",
     "трудности при глотании"),
    ("У вас есть лихорадка?",
     "лихорадка"),
    ("У вас увеличены миндалины?",
     "увеличенные миндалины")
]
}
}
```

4. Для оценки вероятности различных диагнозов проверим, какие симптомы из базы знаний совпадают с введенными пользователем. Если совпадения есть, добавим этот диагноз в возможные:

```

possible_diagnosis = {}
for diagnosis, info in
    knowledge_base.items():
        match_count = sum(1 for symptom in
            symptoms if symptom in
            info["симптомы"])
        if match_count > 0:
            possible_diagnosis[diagnosis] = {
                "вероятность": match_count /
                len(info["симптомы"]),
                "рекомендации":
                    info["рекомендации"],
                "уточняющие вопросы":
                    info["уточняющие вопросы"]
            }
```

5. Для повышения точности диагностики зададим пользователю уточняющие вопросы:

```

for diagnosis, info in
    possible_diagnosis.items():
        for question, symptom in
            info["уточняющие вопросы"]:
                if symptom not in symptoms:
                    if ask_question(question):
                        symptoms.append(symptom)
                        info["вероятность"] +=
                            1 / len(knowledge_
                                base[diagnosis]
                                ["симптомы"])
```

6. Отсортируем возможные диагнозы по вероятности и выведем их вместе с рекомендациями. Если никаких диагнозов не будет найдено, то система посоветует обратиться к врачу:

```

if possible_diagnosis:
    sorted_diagnosis =
        sorted(possible_diagnosis.items(),
            key=lambda item: item[1])
```

```

["вероятность"], reverse=True)
for diagnosis, info in
    sorted_diagnosis:
        print(f"Возможный диагноз:
              {diagnosis}")
        print(f"Вероятность:
              {info['вероятность']*100:.2f}%")
        print(f"Рекомендации:
              {info['рекомендации']}")
else:
    print("Диагноз не найден. Пожалуйста,
          обратитесь к врачу для точной
          диагностики.")

```

7. И, наконец, напомним часть кода для реализации интерфейса, позволяющего запрашивать симптомы у пользователя, и для запуска функции диагностики:

```

user_symptoms = input("Введите ваши симптомы
                       через запятую: ").lower().split(", ")
diagnose(user_symptoms)

```

Результат работы полученной экспертной системы для диагностики заболеваний на основе введенных пользователем симптомов можно увидеть на рисунке 3.

```

Введите ваши симптомы через запятую:
насморк, боль в горле
У вас есть кашель? (да/нет): да
У вас есть лихорадка? (да/нет): нет
Вы чихаете? (да/нет): да
У вас болит голова? (да/нет): нет
У вас зуд в глазах? (да/нет): нет
У вас есть кожная сыпь? (да/нет): нет
Вам трудно глотать? (да/нет): да
У вас есть лихорадка? (да/нет): нет
У вас увеличены миндалины? (да/нет): нет
Возможный диагноз: простуда
Вероятность: 66.67%
Рекомендации: Пить много жидкости,
отдыхать, принимать парацетамол или
ибупрофен.
Возможный диагноз: ангина
Вероятность: 50.00%
Рекомендации: Обратиться к врачу,
принимать антибиотики, если назначит врач,
полоскать горло солевым раствором.
Возможный диагноз: аллергия
Вероятность: 25.00%
Рекомендации: Избегать аллергенов,
принимать антигистаминные препараты,
обращаться к аллергологу при необходимости.

```

Рис. 3. Скриншот результата работы экспертной системы

Fig. 3. Screenshot of the result of the expert system operation

Данный пример демонстрирует создание простой экспертной системы средствами ИИ с использованием базы знаний, вероятностного подхода, принципов интерактивности, с предоставлением рекомендаций и обработкой естественного языка. Описанное практическое задание помогает учащимся понять основы разработки систем, основанных на знаниях, и возможности применения таких систем в реальных ситуациях. Это способствует развитию навыков программирования, логического мышления и работы с данными, что крайне важно в области искусственного интеллекта.

Выполнение практического задания в разделе «Алгоритмы и программирование» (углубленный уровень) способствует развитию навыков в области глубокого обучения и компьютерного зрения. Эта работа позволяет учащимся самим создать сверточную нейронную сеть для решения задачи многоклассовой классификации изображений, применяя ключевые этапы машинного обучения: предобработка данных, создание архитектуры нейронных сетей, обучение модели и оценка ее производительности.

Пример 5.

Задание.

Создайте сверточную нейронную сеть для классификации изображений. Обучите модель на тренировочных данных, оцените ее производительность на тестовом наборе и визуализируйте некоторые предсказания.

Для решения задачи используйте набор данных CIFAR-10, который содержит 60 000 цветных изображений размером 32×32 пикселя, разделенных на 10 классов:

- самолет;
- автомобиль;
- птица;
- кошка;
- олень;
- собака;
- лягушка;
- лошадь;
- корабль;
- грузовик.

Ход решения.

1. Для работы нам понадобятся библиотеки NumPy, matplotlib.pyplot, TensorFlow и Keras:

```

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from tensorflow.keras.datasets import cifar10
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Conv2D,
    MaxPooling2D, BatchNormalization, Flatten,
    Dense, Dropout
from tensorflow.keras.utils import to_categorical

```

2. Загрузим данные и выполним нормализацию значений пикселей и преобразование меток в катего-

риальное представление. Например, если у нас было число 3, обозначающее третий класс, оно превратится в вектор [0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0]:

```
# Загрузка данных
(train_images, train_labels), (test_images,
 test_labels) = cifar10.load_data()
# Нормализация изображений
train_images =
    train_images.astype('float32') / 255
test_images =
    test_images.astype('float32') / 255
# Преобразование меток в категориальное
представление
train_labels = to_categorical(train_labels, 10)
test_labels = to_categorical(test_labels, 10)
```

3. Создадим сверточную нейронную сеть:

```
model = Sequential([
```

Напишем первый сверточный блок. Этот блок начинает обработку изображения, выделяя простые признаки. *Слой Conv2D* «смотрит» на изображение через 32 фильтра размером 3 x 3 пикселя и учится находить простые линии и контуры. *Слой BatchNormalization* стандартизирует эту информацию. Затем *Conv2D* обрабатывает результаты первого слоя, находя более сложные комбинации простых признаков. *Слой MaxPooling2D* уменьшает размер данных, сохраняя важные детали. *Слой Dropout* случайно «выключает» часть нейронов, чтобы сеть не слишком сильно «зацикливалась» на конкретных признаках:

```
Conv2D(32, (3, 3), activation='relu',
 padding='same', input_shape=(32, 32, 3)),
BatchNormalization(),
Conv2D(32, (3, 3), activation='relu',
 padding='same'),
BatchNormalization(),
MaxPooling2D((2, 2)),
Dropout(0.25),
```

4. Напишем второй сверточный блок. Он работает аналогично первому, но ищет еще более сложные признаки. Если первый блок научился находить линии и цвета, то второй может искать, например, колеса у машины или крылья у самолета. Слои *Conv2D* во втором блоке имеют уже 64 фильтра, что позволяет находить больше разных признаков:

```
Conv2D(64, (3, 3), activation='relu',
 padding='same'),
BatchNormalization(),
Conv2D(64, (3, 3), activation='relu',
 padding='same'),
BatchNormalization(),
MaxPooling2D((2, 2)),
Dropout(0.25),
```

5. Итоговый блок слоев принимает всю информацию, собранную сверточными блоками, и выдает заключительное решение о классификации. *Слой*

Flatten «расплюсчивает» многомерные данные в одну линию. *Первый слой Dense* с 512 нейронами анализирует все признаки вместе. *Последний слой Dense* с 10 нейронами дает финальный ответ: к какому из 10 классов относится изображение. Таким образом, сеть постепенно переходит от простых деталей к сложным формам и, наконец, к распознаванию целых объектов:

```
Flatten(),
Dense(512, activation='relu'),
BatchNormalization(),
Dropout(0.5),
Dense(10, activation='softmax')
])
```

6. Теперь скомпилируем модель и укажем:

- оптимизатор Adam, который адаптивно настраивает скорость обучения;
- функцию потерь categorical_crossentropy, подходящую для задач многоклассовой классификации;
- метрику Accuracy для оценки точности модели.

```
model.compile(optimizer='adam',
 loss='categorical_crossentropy',
 metrics=['accuracy'])
```

7. Запустим обучение модели на 10 эпохах (циклах обучения на массиве данных), используя батчи (части) по 64 изображения. 20 % обучающих данных отделим для оценки качества модели (валидации) на данных, которые не использовались при обучении:

```
history = model.fit(train_images, train_labels,
 epochs=10,
 batch_size=64,
 validation_split=0.2,
 verbose=1)
```

8. Теперь выведем на экран информацию о том, как модель работает на тестовых данных:

```
test_loss, test_acc = model.evaluate(test_images,
 test_labels, verbose=2)
print(f'Точность на тестовых данных:
 {test_acc:.2f}')
```

9. Наконец, визуализируем некоторые предсказания модели:

```
predictions = model.predict(test_images)
# Определяем названия классов
class_names = ['самолет', 'автомобиль',
 'птица', 'кошка', 'олень',
 'собака', 'лягушка', 'лошадь',
 'корабль', 'грузовик']
# Выводим несколько случайных изображений
и предсказаний
plt.figure(figsize=(10, 10))
for i in range(25):
    plt.subplot(5, 5, i+1)
```



Рис. 4. Фрагмент скриншота с результатом работы сверточной нейронной сети для классификации изображений

Fig. 4. Screenshot fragment with a result of convolutional neural network for image classification

```
plt.xticks([])
plt.yticks([])
plt.grid(False)
plt.imshow(test_images[i])
predicted_label = np.argmax(predictions[i])
true_label = np.argmax(test_labels[i])
color = 'green' if predicted_label ==
    true_label else 'red'
plt.xlabel(f'{class_names[predicted_label]}
    ({class_names[true_label]})', color=color)
plt.show()
```

В результате выполнения программы школьники получают сетку из 25 случайных тестовых изображений с предсказаниями. Зеленым цветом отмечены правильные предсказания, красным — неправильные (рис. 4).

Таким образом, создание и обучение сверточной нейронной сети для классификации изображений позволяет школьникам оценить важность знания технологий ИИ и владения ими.

Выполнение практического задания из раздела «Информационные технологии» (углубленный уровень) способствует пониманию использования алгоритма k -ближайших соседей (англ. k -nearest neighbors algorithm, k -NN) для задач классификации. Эта работа позволяет учащимся освоить ключевые этапы машинного обучения, включая подготовку данных, обучение модели и интерпретацию результатов, а также развивает навыки использования специализированных библиотек для машинного обучения (например, scikit-learn).

Пример 6.

Задание.

Создайте программу на языке Python для классификации фруктов (яблок и груш) на основе их веса и диаметра. Для обучения модели используйте набор данных (табл. 3). Затем примените эту модель для классификации фрукта нового вида весом 155 г и диаметром 7,2 см.

Таблица 3 / Table 3

Характеристики фруктов для классификации

Characteristics of fruits for classification

X_2 (вес, г)	Y_2 (диаметр, см)	Y (метка)
150	7	Яблоко
130	6	Яблоко
180	8	Груша
160	7,5	Груша
140	6,5	Яблоко

Ход решения.

1. Импортируем необходимые библиотеки:

- NumPy — для работы с массивами и математическими операциями;
- KNeighborsClassifier — для реализации алгоритма k -ближайших соседей;
- LabelEncoder — для кодирования категориальных данных.

```
import numpy as np
from sklearn.neighbors import
    KNeighborsClassifier
from sklearn.preprocessing import LabelEncoder
```

2. Подготавливаем данные.

X — это двумерный массив, где каждая строка представляет собой один фрукт. Первая цифра в каждой строке — это вес фрукта (в граммах), а вторая цифра — размер фрукта (в сантиметрах).

Y — одномерный массив, где каждый элемент — это название фрукта, соответствующее строке в массиве X .

```
X = np.array([[150, 7],
               [130, 6],
               [180, 8],
               [160, 7.5],
               [140, 6.5]])
Y = np.array(['Яблоко', 'Яблоко', 'Груша',
               'Груша', 'Яблоко'])
```

3. Для кодирования меток классов создадим объект `LabelEncoder` и преобразуем текстовые метки в числовые, где «яблоко» будет равно 0, а «груша» — 1:

```
le = LabelEncoder()
y_encoded = le.fit_transform(y)
```

4. Далее создадим объект для классификации на основе алгоритма k -ближайших соседей с указанием, что для классификации нового фрукта будут использоваться три ближайших соседа, и запустим обучение модели:

```
knn = KNeighborsClassifier(n_neighbors=3)
knn.fit(X, y_encoded)
```

5. Теперь для классификации нового фрукта создадим массив с его данными:

- вес — 155 г;
- размер — 7,2 см.

```
new_fruit = np.array([[155, 7.2]])
```

6. Используя ранее обученную модель, определим числовое значение предсказанного класса и преобразуем числовое значение в текстовое («яблоко»/«груша»):

```
prediction = knn.predict(new_fruit)
predicted_class =
    le.inverse_transform(prediction)
print(f"Предсказанный класс для нового фрукта:
    {predicted_class[0]}")
```

7. Найдем и выведем на экран трех ближайших соседей нашего нового фрукта:

```
distances, indices = knn.kneighbors(new_fruit)
print("\nБлижайшие соседи:")
for i, (distance, index) in
    enumerate(zip(distances[0], indices[0]), 1):
    print(f"Сосед {i}: {y[index]} (расстояние:
        {distance:.2f})")
```

Результат работы программы для классификации фруктов показан на рисунке 5.

```
Предсказанный класс для нового фрукта: Яблоко
Ближайшие соседи:
Сосед 1: Яблоко (расстояние: 5.00)
Сосед 2: Груша (расстояние: 5.01)
Сосед 3: Яблоко (расстояние: 15.02)
```

Рис. 5. Скриншот результата работы программы для классификации фруктов

Fig. 5. Screenshot of the fruit classification program result

Отметим, что в ходе выполнения этого практического задания у школьников формируются навыки применения знаний в области ИИ, в том числе навыки подготовки и предобработки данных, выбора и применения подходящего алгоритма машинного обучения, обучения модели на имеющихся данных,

использования модели для прогнозирования и интерпретации результатов машинного обучения. Этот опыт помогает им лучше понять принципы работы алгоритмов машинного обучения и их применение в реальных ситуациях.

Для разных этапов образования (основного общего образования, среднего общего образования), для разных уровней изучения информатики (базового и углубленного) определены детализированные предметные и метапредметные результаты изучения технологий ИИ и анализа данных [26]. Для пошаговой диагностики достижения предметных и метапредметных результатов разработаны [там же]:

- материалы формирующего оценивания усвоения содержания (могут использоваться в качестве стартовой диагностики в начале обучения);
- материалы текущего оценивания продвижения по темам;
- материалы тематического оценивания (итогового по теме);
- материалы оценивания проектно-исследовательских работ учащихся.

5. Заключение

Имплементация основ ИИ в курс информатики среднего общего образования лежит в основе концепции, которая не только обеспечивает учащихся базовыми и углубленными знаниями в области ИИ, но и способствует развитию их практических навыков, что соответствует современным требованиям и вызовам цифровой экономики. Важным аспектом предложенной концепции является ее интеграция в существующий курс информатики с акцентом на практико-ориентированный подход. Темы, связанные с ИИ, органично встраиваются в основные разделы курса: «Цифровая грамотность», «Теоретические основы информатики», «Алгоритмы и программирование» и «Информационные технологии». Это позволяет представить ИИ не как изолированную область знаний, а как неотъемлемую часть современной информатики, тесно связанную с другими ее разделами и имеющую практическое применение. Предложенный подход к обучению основам ИИ выходит за рамки традиционных уроков информатики. Значительное внимание уделяется в нем проектно-исследовательской и внеурочной деятельности. Это позволяет не только расширить и углубить теоретические знания учащихся в области ИИ, но и развить их практические, творческие и исследовательские навыки, что полностью соответствует практико-ориентированному принципу имплементации основ ИИ в среднее общее образование.

Финансирование

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства просвещения Российской Федерации (тема № 124052100092-0 «Вариативное обучение основам искусственного интеллекта в общем образовании на основе интегративного подхода»).

Funding

The research was carried out within the state assignment of the Ministry of Education of the Russian Federation (theme No 124052100092-0 “Variative teaching of the basics of artificial intelligence in general education based on the integrative approach”).

Список источников / References

1. Самылкина Н. Н., Салахова А. А. Обучение основам искусственного интеллекта и анализа данных в курсе информатики на уровне среднего общего образования. Монография. М.: Московский педагогический государственный университет; 2022. 242 с. EDN: BACMCW. DOI: 10.31862/9785426310643.

[Samylkina N. N., Salakhova A. A. Teaching the basics of artificial intelligence and data analysis in the informatics course at the level of secondary general education. Monograph. Moscow, Moscow Pedagogical State University; 2022. 242 p. (In Russian.) EDN: BACMCW. DOI: 10.31862/9785426310643.]

2. Босова Л. Л. О новых подходах к изучению школьной информатики в условиях цифровой трансформации общества. *Информатика в школе*. 2022;(4(177)):5–14. EDN: DKRLZV. DOI: 10.32517/2221-1993-2022-21-4-5-14.

[Bosova L. L. On new approaches to the study of school informatics in the conditions of digital transformation of society. *Informatics in School*. 2022;(4(177)):5–14. (In Russian.) EDN: DKRLZV. DOI: 10.32517/2221-1993-2022-21-4-5-14.]

3. Bosova L. Comparative analysis of the content of school course of informatics in Russia and subjects of the international competition Bebras. *Informatics in Schools. Fundamentals of Computer Science and Software Engineering. Proc. 11th Int. Conf. on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives (ISSEP 2018)*. Zug, Switzerland, Springer International Publishing; 2018;(11169):154–164. EDN: DQRICK. DOI: 10.1007/978-3-030-02750-6_12.

4. Гриншкун А. В. Использование дополненной виртуальности как иммерсивной образовательной технологии в рамках профильного обучения школьников. *Профильная школа*. 2020;8(4):27–31. EDN: KRFFFU. DOI: 10.12737/1998-0744-2020-27-31.

[Grinshkun A. V. The use of augmented virtuality as an immersive educational technology in the framework of specialized education of schoolchildren. *Profil'naya Shkola*. 2020;8(4):27–31. (In Russian.) EDN: KRFFFU. DOI: 10.12737/1998-0744-2020-27-31.]

5. Grinshkun A. V., Perevozchikova M. S., Razova E. V., Khlobystova I. Yu. Using methods and means of the augmented reality technology when training future teachers of the digital school. *European Journal of Contemporary Education*. 2021;10(2):358–374. EDN: BOEJDM. DOI: 10.13187/ejced.2021.2.358.

6. Пиотровская К. Р., Тербушева Е. А. Интеллектуальный анализ данных в педагогической аналитике. *Техническое творчество молодежи*. 2016;(2(96)):10–14. EDN: VQWKHX.

[Piotrovskaya K. R., Terbusheva E. A. Data mining in pedagogical analytics. *Tekhnicheskoye Tvorchestvo Molodezhi*. 2016;(2(96)):10–14. (In Russian.) EDN: VQWKHX.]

7. Роберт И. В. Стратегические направления развития информатизации отечественного образования в условиях цифровой трансформации. *Человеческий капитал*. 2021;(S5–3(149)):16–40. EDN: JMQBSB.

[Robert I. V. Strategic directions for the development of informatization of domestic education in the conditions of digital transformation. *Chelovecheskiy Kapital*. 2021;(S5–3(149)):16–40. (In Russian.) EDN: JMQBSB.]

8. Садыкова А. Р., Левченко И. В. Искусственный интеллект как компонент инновационного содержания

общего образования: анализ мирового опыта и отечественные перспективы. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования*. 2020;17(3):201–209. EDN: ZXVQZZ. DOI: 10.22363/2312-8631-2020-17-3-201-209.

[Sadykova A. R., Levchenko I. V. Artificial intelligence as a component of innovative content of general education: Analysis of world experience and domestic prospects. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2020;17(3):201–209. (In Russian.) EDN: ZXVQZZ. DOI: 10.22363/2312-8631-2020-17-3-201-209.]

9. Калинин И. А., Самылкина Н. Н. Информатика. 11 класс. Углубленный уровень: учебник. М.: Бином; 2020. 212 с.

[Kalinin I. A., Samylkina N. N. Informatics. 11th grade. Advanced level: Textbook. Moscow, Binom; 2020. 212 p. (In Russian.)]

10. Ясницкий Л. Н. Введение в искусственный интеллект: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по математическим направлениям и специальностям. М.: Академия; 2010. 174 с. EDN: QMUPZV.

[Yasnitskiy L. N. Introduction to artificial intelligence: Textbook for students of universities studying in mathematical fields and specialties. Moscow, Academia; 2010. 174 p. (In Russian.) EDN: QMUPZV.]

11. Ясницкий Л. Н. Искусственный интеллект. Элективный курс: учебное пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний; 2012. 201 с. EDN: SUFGEL.

[Yasnitskiy L. N. Artificial intelligence. Elective course: Textbook. Moscow, BINOM. Laboratory of Knowledge; 2012. 201 p. (In Russian.) EDN: SUFGEL.]

12. Самохвалова Е. А. Применение чат-бота с элементами искусственного интеллекта для изучения темы «Работа с табличными процессорами». *Информатика в школе*. 2024;23(1):60–69. EDN: AKHOMJ. DOI: 10.32517/2221-1993-2024-23-1-60-69.

[Samokhvalova E. A. Using a chatbot with artificial intelligence elements to study the theme “Working in spreadsheet processors”. *Informatics in School*. 2024;23(1):60–69. (In Russian.) EDN: AKHOMJ. DOI: 10.32517/2221-1993-2024-23-1-60-69.]

13. Каракозов С. Д., Самохвалова Е. А. Концепция информационно-методической поддержки использования информационных систем на основе искусственного интеллекта в подготовке студентов. *Преподаватель XXI век*. 2024;(1–1):19–36. EDN: OAMOTS. DOI: 10.31862/2073-9613-2024-1-19-36.

[Karakozov S. D., Samokhvalova E. A. Concept of using information support systems for students based on artificial intelligence. *Prepodavatel' XXI Vek*. 2024;(1–1):19–36. (In Russian.) EDN: OAMOTS. DOI: 10.31862/2073-9613-2024-1-19-36.]

14. Рыжова Н. И., Трубина И. И., Королева Н. Ю., Филимонова Е. В. Искусственный интеллект как актуальный тренд содержания обучения информатике в условиях цифровизации. *Преподаватель XXI век*. 2022;(2–1):11–22. EDN: ZGIENM. DOI: 10.31862/2073-9613-2022-2-11-22.

[Ryzhova N. I., Trubina I. I., Koroleva N. Yu., Filimonova E. V. Artificial intelligence as an actual trend of information science training content in terms of digitalization. *Prepodavatel' XXI Vek*. 2022;(2–1):11–22. (In Russian.) EDN: ZGIENM. DOI: 10.31862/2073-9613-2022-2-11-22.]

15. Босова Л. Л., Самылкина Н. Н. Современная информатика: от робототехники до искусственного интеллекта. *Информатика в школе*. 2018;(8(141)):2–5. EDN: VLQFRH. DOI: 10.32517/2221-1993-2018-17-8-2-5.

[Bosova L. L., Samylkina N. N. Modern informatics: From robotics to artificial intelligence. *Informatics in School*. 2018;(8(141)):2–5. (In Russian.) EDN: VLQFRH. DOI: 10.32517/2221-1993-2018-17-8-2-5.]

16. Уваров А. Ю. Технологии искусственного интеллекта в образовании. *Информатика и образование*. 2018;(4(293)):14–22. EDN: QXXXSH.

[Uvarov A. Yu. Artificial intelligence technologies in education. *Informatics and Education*. 2018;(4(293)):14–22. (In Russian.) EDN: QXXXSH.]

17. Уваров А. Ю. Три сценария развития образования и его цифровая трансформация. *Continuum. Математика. Информатика. Образование*. 2020;(3(19)):61–74. EDN: HEVFFJY. DOI: 10.24888/2500-1957-2020-3-61-74.

[Uvarov A. Yu. Three scenarios for the general education development and digital transformation. *Continuum. Matematika. Informatika. Obrazovaniye*. 2020;(3(19)):61–74. (In Russian.) EDN: HEVFFJY. DOI: 10.24888/2500-1957-2020-3-61-74.]

18. Авдеева С. М., Уваров А. Ю., Тарасова К. В. Цифровая трансформация школ и информационно-коммуникационная компетентность учащихся. *Вопросы образования*. 2022;(1):218–243. EDN: XJMJAA. DOI: 10.17323/1814-9545-2022-1-218-243.

[Avdeeva S. M., Uvarov A. Yu., Tarasova K. V. Digital transformation of schools and student's information and communication literacy. *Educational Studies*. Moscow. 2022;(1):218–243. (In Russian.) EDN: XJMJAA. DOI: 10.17323/1814-9545-2022-1-218-243.]

19. Barakina E. Y., Popova A. V., Gorokhova S. S., Voskovskaya A. S. Digital technologies and artificial intelligence technologies in education. *European Journal of Contemporary Education*. 2021;10(2):285–296. EDN: HPQKEU. DOI: 10.13187/ejced.2021.2.285.

20. Frolova E. V., Rogach O. V., Ryabova T. M. Digitalization of education in modern scientific discourse: New trends and risks analysis. *European Journal of Contemporary Education*. 2020;9(2):313–336. EDN: HZBCWN. DOI: 10.13187/ejced.2020.2.313.

21. Афанасьевская А. В. Правовой статус искусственного интеллекта. *Вестник Саратовской государственной юридической академии*. 2021;(4(141)):88–92. EDN: LZFCBR. DOI: 10.24412/2227-7315-2021-4-88-92.

[Afanasyevskaya A. V. Legal status of artificial intelligence. *Vestnik Saratovskoy Gosudarstvennoy Yuridicheskoy Akademii*. 2021;(4(141)):88–92. (In Russian.) EDN: LZFCBR. DOI: 10.24412/2227-7315-2021-4-88-92.]

22. Бегишев И. Р., Хусамова З. И. Искусственный интеллект и робототехника: теоретико-правовые проблемы разграничения понятийного аппарата. *Вестник Удмуртского университета. Серия: Экономика и право*. 2020;30(5):706–713. EDN: DYMIH. DOI: 10.35634/2412-9593-2020-30-5-706-713.

[Begishev I. R., Khisamova Z. I. Artificial intelligence and robotics: Theoretical and legal problems of differentiation of the conceptual apparatus. *Vestnik Udmurtskogo Universiteta. Seriya: Ekonomika i Pravo*. 2020;30(5):706–713. (In Russian.) EDN: DYMIH. DOI: 10.35634/2412-9593-2020-30-5-706-713.]

23. Рыжова Н. И., Трубина И. И., Королева Н. Ю., Филимонова Е. В. Современные школьники выбирают искусственный интеллект как направление для будущих профессий. *Информатика в школе*. 2023;(5(184)):5–13. EDN: QBJMPF. DOI: 10.32517/2221-1993-2023-22-5-5-13.

[Ryzhova N. I., Trubina I. I., Koroleva N. Yu., Filimonova E. V. Modern schoolchildren choose artificial intelligence as a direction for future professions. *Informatics in School*. 2023;(5(184)):5–13. (In Russian.) EDN: QBJMPF. DOI: 10.32517/2221-1993-2023-22-5-5-13.]

24. Самылкина Н. Н., Салахова А. А. Основы искусственного интеллекта в школьном курсе информатики: история вопроса и направления развития. *Информатика в школе*. 2019;(7(150)):32–39. EDN: HOHVXJ. DOI: 10.32517/2221-1993-2019-18-7-32-39.

[Samylkina N. N., Salakhova A. A. The basics of artificial intelligence at school informatics course: Background and directions of development. *Informatics in School*. 2019;(7(150)):32–39. (In Russian.) EDN: HOHVXJ. DOI: 10.32517/2221-1993-2019-18-7-32-39.]

25. Калинин И. А., Самылкина Н. Н., Салахова А. А. Искусственный интеллект. 10–11 классы. Учебное пособие. М.: Просвещение; 2023. 144 с.

[Kalinin I. A., Samylkina N. N., Salakhova A. A. Artificial intelligence. 10–11th grade. Textbook. Moscow, Prosveshcheniye; 2023. 144 s. (In Russian.)]

26. Каракозов С. Д., Самылкина Н. Н., Салахова А. А., Самохвалова Е. А. Вариативное обучение основам искусственного интеллекта в общем образовании на основе интегративного подхода: монография. М.: Московский педагогический государственный университет; 2024. 360 с.

[Karakozov S. D., Samylkina N. N., Salakhova A. A., Samokhvalova E. A. Variative teaching of the basics of artificial intelligence in general education on the basis of integrative approach: Monograph. Moscow, Moscow Pedagogical State University; 2024. 360 p. (In Russian.)]

Информация об авторах

Каракозов Сергей Дмитриевич, доктор пед. наук, профессор, директор Института математики и информатики, Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-8151-8108>; *e-mail*: sd.karakozov@mpgu.su

Самохвалова Евгения Александровна, старший преподаватель кафедры прикладной информатики в образовании, Институт математики и информатики, Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-4882-4020>; *e-mail*: ea.samokhvalova@mpgu.su

Рыжова Наталья Ивановна, доктор пед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории исследования современных направлений развития образования, Государственный университет просвещения, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-5868-8157>; *e-mail*: nata-rizhova@mail.ru

Information about the authors

Sergey D. Karakozov, Doctor of Sciences (Education), Professor, Director of the Institute of Mathematics and Informatics, Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-8151-8108>; *e-mail*: sd.karakozov@mpgu.su

Evgeniia A. Samokhvalova, Senior Lecturer at the Department of Applied Informatics in Education, Institute of Mathematics and Informatics, Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-4882-4020>; *e-mail*: ea.samokhvalova@mpgu.su

Natalia I. Ryzhova, Doctor of Sciences (Education), Professor, Leading Researcher at the Research Laboratory for Modern Directions in Educational Development, Federal State University of Education, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-5868-8157>; *e-mail*: nata-rizhova@mail.ru

Поступила в редакцию / Received: 08.09.24.

Поступила после рецензирования / Revised: 04.10.24.

Принята к печати / Accepted: 08.10.24.

DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-5-21-39



СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРА И ПОДГОТОВКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ НОВЫЕ ПРОФЕССИИ В ИТ-ОТРАСЛИ: DEVOPS-ИНЖЕНЕР И ИНЖЕНЕР ДАННЫХ

Н. Н. Самылкина¹ ✉, И. А. Калинин²¹ *Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия*² *Московский государственный лингвистический университет, г. Москва, Россия*

✉ nsamylkina@yandex.ru

Аннотация

В статье рассмотрены современные технологические подходы к организации сбора и обработки больших данных, а также распространения и использования приложений с помощью платформы Docker с загрузкой и запуском комплекса приложений на основе контейнерного подхода к виртуализации.

Кратко изложены основы постановки задачи по обработке больших данных и возникающие при этом технические проблемы масштабирования технической платформы и обеспечения качества данных. На примере развертывания и использования системы управления базами данных PostgreSQL со средствами управления и аналитической платформы Apache Superset представлен современный подход к организации получения, трансформации и последующей демонстрации данных в виде пульта. Работа с данными показана на примере цикла обработки реального набора открытых данных с демонстрацией всех основных этапов — загрузки, очистки, предварительного анализа и визуализации.

В контексте рассмотренных технологий и подходов к организации рабочего процесса в виде конвейера приводятся примеры рабочих задач DevOps-инженера и инженера данных, подчеркивается необходимость их работы в составе команды.

Продemonстрированные в статье технические решения могут также применяться при изучении тем «Базы данных», «Инфографика», «Анализ данных» в углубленном курсе информатики технологического профиля в качестве иллюстрации сложности рассматриваемых процессов и при подготовке будущих учителей информатики.

Ключевые слова: большие данные, ETL-конвейер, виртуализация, масштабирование Docker, Apache Superset, визуализация, анализ данных, DevOps-инженер, инженер данных.

Для цитирования:

Самылкина Н. Н., Калинин И. А. Современные подходы к организации технологического процесса сбора и подготовки больших данных и связанные с ними новые профессии в ИТ-отрасли: DevOps-инженер и инженер данных. *Информатика и образование*. 2024;39(5):21–39. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-5-21-39.

MODERN APPROACHES TO THE ORGANIZATION OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF BIG DATA COLLECTION AND PREPARATION AND RELATED NEW PROFESSIONS IN THE IT INDUSTRY: DEVOPS-ENGINEER AND DATA ENGINEER

N. N. Samylkina¹ ✉, I. A. Kalinin²¹ *Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia*² *Moscow State Linguistic University, Moscow, Russia*

✉ nsamylkina@yandex.ru

Abstract

The article modern technological approaches to the organization of big data collection and preparation, as well as the distribution and use of applications with the help of the Docker platform, loading and launching a set of applications on the basis of the container approach to virtualization, are considered.

The basics of big data processing task formulation and technical problems of technical platform scaling and data quality assurance are briefly outlined. On the example of deploying and using PostgreSQL database management system with management tools and Apache Superset analytics platform, a modern approach to organizing data acquisition, transformation and subsequent demonstration in the form of a dashboard is presented. Work with data is shown on the example of a real open data set processing cycle with demonstration of all the main stages — loading, cleaning, preliminary analysis and visualization.

In the context of the considered technologies and approaches to workflow organization in the form of a pipeline, examples of DevOps engineer and data engineer work tasks are given, the necessity of their work as part of a team is emphasized.

The technical solutions demonstrated in the article can also be used in the study of the topics “Databases”, “Infographics”, and “Data analysis” in the advanced informatics course of technological profile as an illustration of the complexity of the relevant processes and in the training of future informatics teachers.

Keywords: big data, ETL pipeline, virtualization, Docker scaling, Apache Superset, visualization, data analysis, DevOps engineer, data engineer.

For citation:

Samylikina N. N., Kalinin I. A. Modern approaches to the organization of the technological process of big data collection and preparation and related new professions in the IT industry: DevOps-engineer and data engineer. *Informatics and Education*. 2024;39(5): 21–39. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-5-21-39.

1. Актуальность темы

Данных вокруг нас становится все больше и больше. Отчет аналитической компании DOMO демонстрирует, что количество данных, которые генерировали пользователи в наиболее популярных сервисах каждую минуту, возросло с 2013 года к 2023 году в несколько раз, а в некоторых сервисах в десять раз и более¹. Заметим, что в этом отчете не были проанализированы внутренние данные компаний, данные «интернета вещей» и др., а их количество также нарастает с каждым днем и даже минутой.

Аналогичные выводы делают и другие информационно-аналитические агентства и сервисы. Среди

поисковых запросов Google понятия, связанные с данными: «наука о данных» (*англ.* Data Science), «аналитика данных» (*англ.* Data Analytics), «визуализация данных» (*англ.* Data Visualization) и т. п., — встречались последние двадцать лет все чаще. Согласно данным сервиса Google Trends, в феврале и мае 2024 года, например, популярность запроса «Data Science» достигала своего пика (рис. 1).

Для обработки данных требуются не только специализированные технологии и инструменты, но и профессионалы, которые ими эффективно владеют. Количество вакансий в наиболее востребованных направлениях профессиональной деятельности в сфере больших данных (аналитик данных (*англ.* Data Analyst), инженер данных (*англ.* Data Engineer), дата-сайентист (*англ.* Data Scientist) и др.) также постоянно растет (рис. 2).

¹ McLean J. Data never sleeps turn 11! *Domo Blog*. 23.12.2023. <https://www.domo.com/blog/data-never-sleeps-turns-11/>

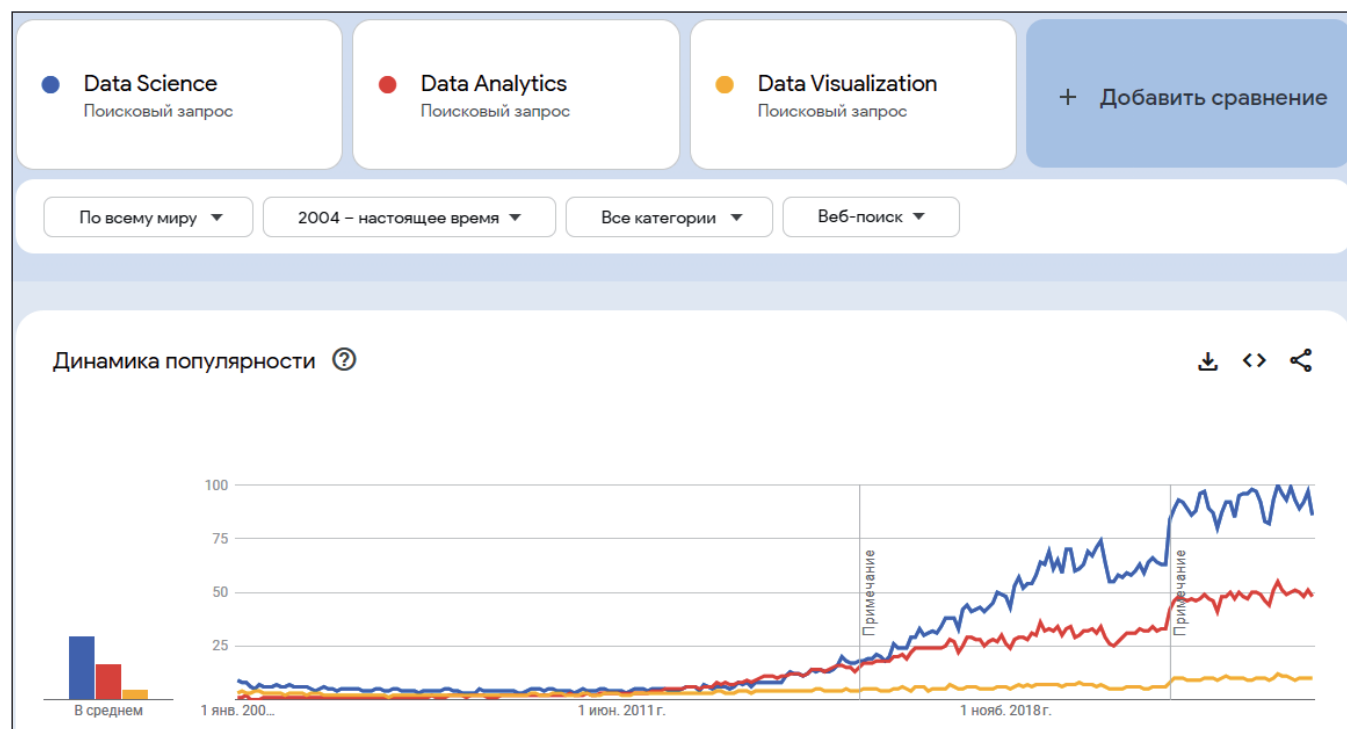


Рис. 1. Динамика популярности поисковых запросов Google с 2004 года по 2024 год

Fig. 1. Dynamics of mentions in Google search queries from 2004 to 2024

Эта тенденция сохранялась и в 2023 году: на фоне общей нехватки профессионалов в области информационных технологий популярность этого направления на рынке труда не снижается (рис. 3).

Обновленный в 2023 году Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования в требованиях к освоению предмета «Информатика» включает в себя лишь отдельные

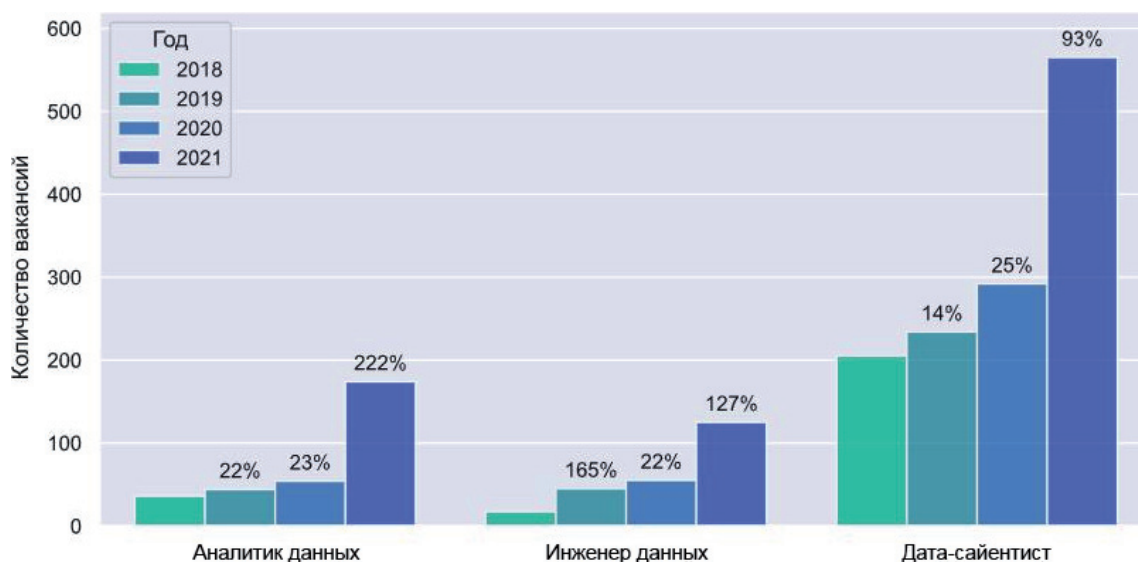


Рис. 2. Динамика количества вакансий в сфере больших данных за 2018–2021 годы¹

Fig. 2. Dynamics of the number of vacancies in the field of big data from 2018 to 2021

Сегмент IT	Позиция	Россия	Москва	Санкт-Петербург	Новосибирск	Екатеринбург	Казань	Другие регионы
Разработка ПО	Тестировщик	110 571	29 765	17 967	3 404	2 581	3 029	53 825
	Frontend-разработчик	52 513	16 845	8 542	1 245	1 400	1 427	23 054
	Python-разработчик	35 119	11 861	5 727	974	1 063	986	14 508
	Backend-разработчик	16 427	5 136	2 733	431	406	500	7 221
	Fullstack-разработчик	5 018	1 592	801	139	111	119	2 256
Аналитика и данные	Аналитик данных	26 081	12 893	4 378	520	548	537	7 205
	Data Scientist	13 058	7 155	2 079	352	306	260	2 906
	Маркетолог-аналитик	5 066	2 088	690	114	165	102	1 907
	Веб-аналитик	1 079	550	157	25	16	16	315
Продукт и продукт	Продукт-менеджер	279 605	138 485	37 463	4 853	6 698	5 377	86 729
	Продукт-менеджер	41 505	27 539	5 789	699	725	469	6 284
Дизайн	Графический дизайнер	68 132	19 036	9 383	1 645	2 039	1 494	34 535
	Web-дизайнер	29 188	7 817	3 995	716	771	753	15 136
	UX/UI-дизайнер	23 326	9 044	4 473	541	603	599	8 066
	Геймдизайнер	7 010	2 346	1 316	354	145	89	2 760
	Motion-дизайнер	4 170	1 523	911	91	103	107	1 435
IT инфраструктура	Системный администратор	135 545	30 403	12 748	3 208	2 768	2 703	83 715
	Системный инженер	14 878	3 902	1 844	298	356	268	8 210
	Сетевой инженер	9 354	3 278	1 090	262	231	193	4 300
	Сервисный инженер	2 717	546	243	72	58	48	1 750

Рис. 3. Количество резюме в области информационных технологий в 2022–2023 годах (по данным компании HeadHunter²)

Fig. 3. Number of IT CVs in 2022–2023 (according to HeadHunter)

¹ Борисов Е. Анализ вакансий и зарплат в Data Science. Хабр. 26.08.2021. <https://habr.com/ru/companies/ods/articles/572264/>

² Кравченко К. Обзор рынка труда в IT: III квартал 2023 года. Proglab. 08.12.2023. <https://proglab.io/p/obzor-rynka-truda-v-it-iii-kvartal-2023-goda-2023-12-08>

знания и умения в рамках перечисленных выше технологических направлений, причем только в случае углубленного изучения этого предмета в X—XI классах, в частности [1]:

- *при изучении раздела «Теоретические основы информатики»:*
 - «умение классифицировать основные задачи анализа данных (прогнозирование, классификация, кластеризация, анализ отклонений)»;
 - «умение понимать последовательность решения задач анализа данных (сбор первичных данных, очистка данных и оценка их качества, выбор и/или построение модели, преобразование данных, визуализация данных, интерпретация результатов)»;
- *при изучении раздела «Информационные технологии»:*
 - «владение основными сведениями о базах данных, их структуре, средствах создания и работы с ними»;
 - «умение использовать табличные (реляционные) базы данных (составлять запросы в базах данных, выполнять сортировку и поиск записей в базе данных, наполнять разработанную базу данных) и справочные системы».

Приходится констатировать, что пока за рамками школьного стандарта остаются современные технологические подходы к накоплению данных и к организации их обработки, а также необходимость подготовки и сопровождения этого технологического процесса. Причина заключается в сложности самих задач и используемого программного обеспечения. В целом из тематического раздела «Информационные технологии» в курсе «Информатики» выпадают информационные системы в качестве самостоятельного предметного результата, в значительной степени влияющего на выбор профессиональной траектории в информационно-технологической отрасли.

Вполне очевидно, что в дальнейшем информатика как учебная дисциплина будет развиваться в направлении интеллектуальных информационных систем. Для этого имеются определенные предпосылки, например, обновление образовательных стандартов во многих зарубежных странах [2, 3] на фоне повышенного интереса к вопросам организации сбора, обработки и анализа данных для различных областей профессиональной деятельности [4, 5].

Вместе с тем в нашей стране накоплен большой практический опыт изучения основ искусственного интеллекта и анализа данных в курсе информатики, что отражено в научных публикациях (см., например, [6, 7]). Появляются новые методические разработки, посвященные изучению популярных технологий искусственного интеллекта в раннем возрасте [8].

В ходе научно-методической работы по существенному обновлению материала школьного курса информатики, предлагаемых в этом курсе учебных

задач и применяемых технических средств необходимо помнить о профессиональном самоопределении старшеклассников. Требуется информировать учащихся о современных профессиях, демонстрировать профессиональные задачи и используемые программные продукты. Начинать следует с будущих учителей информатики, которые придут в современную школу и будут преподавать обновленный курс информатики.

Целью статьи является раскрытие на демонстрационном примере современных подходов к организации технологического процесса сбора и подготовки больших данных для их дальнейшего использования в любой производственной отрасли. Таким образом можно показать различие в профессиональных навыках DevOps-инженера и инженера данных, которые необходимо учитывать выпускникам при выборе направления профессиональной подготовки.

2. «Большие данные»: истоки появления понятия

Какие навыки нужны, чтобы посчитать среднее значение изменяющейся величины, например, для ответа на вопрос: «сколько раз в среднем обращаются к нашему сайту?» Если с этим вопросом обратиться к администратору сайта, то он назовет данные счетчика (например, Яндекс Метрика), среднее значение которых легко посчитать. Но откуда взялись числа в этом аналитическом сервисе? Можем ли мы посчитать их сами, например, среднее значение не за день, а за час, и получить их сразу, как только час закончился? А сколько раз обращаются к сайту в минуту? Разумеется, ответы будут в значительной мере зависеть от того, насколько сайт большой и популярный.

Рассмотрим ситуацию, в которой речь идет не просто о сайте, а об огромном сервисе (информационной системе) с десятками тысяч посетителей в секунду. Очевидно, что мы сразу столкнемся с огромным потоком данных. При этом поток данных будет продолжать расти, и даже формально небольшой относительный прирост количества пользователей будет означать огромный абсолютный рост фактического количества данных. *Данные будут поступать очень быстро.* Большое количество пользователей постоянно что-то делает на сайте, и необходимо следить как минимум за тем, чтобы сервис работал. *Данные будут очень разнообразными,* поэтому необходимо фиксировать не только факт обращения пользователя к сайту, но и время, цель обращения и то, насколько оно было удачным. При необходимости можно выделить массу параметров, по которым нужно собирать данные.

Подобные задачи и запросы создают огромное количество технических проблем. Решить их «раз и навсегда» не сможет никто, потому что в каждом конкретном случае они связаны с определенными сервисами, в которых необходимо учитывать цели обработки данных и то, что эти цели будут со временем заметно меняться. Для решения подобных задач

требуется особые средства, а также специалисты определенной квалификации.

Понимание того, что мы входим в совершенно новую технологическую эпоху, сформировалось в начале 2000-х годов и окончательно оформилось в статье С. Lynch «How do your data grow?», которая вышла в журнале Nature 3 сентября 2008 года [9]. В ней автор обобщил материалы о взрывном росте количества и многообразия данных в нескольких отраслях науки и промышленности и ввел (по другой информации, удачно использовал) специальный термин «большие данные» (англ. Big Data) [10] как общее название для задач, которые порождают поток данных, имеющий три основных признака¹:

- объем (англ. Volume);
- скорость (англ. Velocity);
- разнообразие (англ. Variety).

Специфика понятия «большие данные» такова, что определенных границ этих данных никто установить не может. Какой именно объем они имеют? Какую именно скорость? Насколько данные разнообразны? Специалисты используют условные границы: например, более 100 Мбайт в секунду. Но фактически под большими данными понимают такой объем информации, который не удастся разместить на одном (пусть даже очень мощном) сервере, который будет постоянно модернизироваться. Это означает, что невозможно предсказать, какое количество оборудования потребуется для хранения/обработки информации, или невозможно купить его сразу, и неизвестно, какие закономерности и как следует искать для такого прогнозирования (потому что новые задачи появляются постоянно).

Большие данные генерируются в социальных сетях, при работе современных производственных линий, в медицине, в научных исследованиях, в управлении городами и других областях. Накопив опыт работы с ними, разработав методы и программные средства, а главное, найдя и обучив нужных специалистов, мы получаем массу возможностей для углубления своих представлений о сложных объектах, диагностике, принятии решений и прогнозе развития многих систем.

Работа с такими данными критически важна, но какие специалисты занимаются данными и их обработкой? Узнаем это на примере создания небольшого приложения, которое также поможет увидеть некоторые способы и приемы работы с большими данными.

3. Постановка демонстрационной проблемы

Люди очень серьезно относятся к покупке/продаже жилой недвижимости, поскольку часто это самое крупное приобретение в их жизни. С этим событием связано очень много самых разных аналитических

задач и вопросов, причем не только оперативных (например, остались ли средства для обеспечения льготной ставки ипотечного кредита, выделенные государством в этом году) или аналитических (например, какие квартиры пользуются наибольшим спросом сейчас и как этот спрос изменится через три года), но и прогнозных интеллектуальных задач (в том числе задач машинного обучения). Данных для таких задач используется очень много [11, 12], они поступают быстро и вполне соответствуют термину «большие данные». Решение таких задач требует создания целого комплекса работы с данными, который строят, поддерживают и сопровождают специалисты множества современных направлений профессиональной деятельности. Мы возьмем для примера уже обработанные данные, опубликованные для открытого конкурса, и покажем, очень кратко и упрощенно, как с ними работают специалисты в области больших данных [13, 14].

Начнем, как ни странно, не с самих данных, а с основы для их накопления и дальнейшей работы с ними — с инфраструктуры самого приложения.

Как уже сказано, мы не знаем, сколько нам в итоге потребуется ресурсов, но точно знаем — все больше и больше. Поэтому инфраструктура и для работы, и для приложения должна быть рассчитана на постоянное расширение и изменение. Более того, у нас не будет возможности останавливать работу, чтобы обновить приложение, выполнить техническое обслуживание оборудования или программного обеспечения: остановка даже на короткий срок будет означать большие потери, потому что более миллиона человек потеряют по одному часу рабочего времени, а это уже более 100 человеко-лет.

Свойство, которое позволяет нам наращивать мощности на ходу, добавляя новые физические сервера для обеспечения функционирования системы, называется горизонтальным масштабированием. Например, слишком большую базу данных (БД) можно разделить на несколько серверов, но система управления базами данных (СУБД) должна поддерживать такие возможности, т. е. обеспечивать обращение к такой разделенной БД как одной точке.

Кроме того, очень часто приложения разрабатывают не с нуля, а используя как можно больше готовых компонентов. Наше приложение сетевое, и компоненты для таких приложений тоже очень часто являются сетевыми приложениями, оформленными в виде готового сервера. Одной из технологий, которая позволяет получать готовые приложения и в дальнейшем их поддерживать, является популярная современная технология Docker [15].

Принцип работы Docker — управление контейнерами, т. е. готовыми виртуальными серверами. В отличие от классической виртуальной машины, эта среда не эмулирует полный компьютер, а создает виртуальную копию операционной системы и позволяет добавить к ней все необходимые программы, библиотеки и настройки, т. е. создать среду для одного приложения. Такой контейнер требует гораз-

¹ Laney D. 3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity, and Variety. *Application Delivery Strategies*. Stamford, CT, USA, META Group Research Note, 2001;6:949. <https://studylib.net/doc/8647594/3d-data-management--controlling-data-volume--velocity--an>

до меньше ресурсов, быстрее запускается и быстрее разворачивается.

Основными компонентами в среде Docker являются:

- докер-образ (*англ.* Docker Image) — шаблон, по которому создают контейнеры;
- докер-файл (*англ.* Dockerfile) — инструкция по сборке образа; как правило, из внешнего источника скачивается базовый образ, а затем создается дополнительный файл (докер-файл) для того, чтобы шаблонный образ стал образом уже нашей инфраструктуры;
- докер-контейнер (*англ.* Docker Container) — сущность на основе образа, которая выполняет собственно рабочие функции, приложение, которое мы развернули с помощью Docker;
- докер-репозиторий (*англ.* Docker Registry) — хранилище, в котором хранятся докер-образы; оно может быть как локальным, так и публичным. Репозитории создают на платформах вроде Docker Hub и GitLab и размещают в них образы с описанием, версиями и тегами.

Если требуется новое приложение, чтобы присоединить его к нашей системе, необходимо скачать образ-шаблон, написать инструкцию по его адаптации и на его основе запустить контейнер, который сразу станет доступен остальным компонентам как сетевой компьютер.

Если требуется горизонтальное масштабирование, необходимо создать еще один контейнер на основе нашего образа, запустить его (все настройки уже заданы, и приложение, конечно, должно быть написано с учетом такой работы). На практике подобные системы требуют дополнительной инфраструктуры [16], но мы рассматриваем только ее локальную часть.

Попробуем развернуть такое приложение для дальнейших иллюстраций.

4. Практическое решение демонстрационной проблемы

Важно понимать, что нам необходимо выбрать такую операционную систему (ОС), для которой есть готовые образы. Проще всего выбрать популярный дистрибутив Linux — для него нужны образы, скорее всего, найдутся. Будем считать, что у нас уже есть готовый к работе компьютер со свободно распространяемой ОС Linux Debian 12 (на момент написания статьи это стабильная версия).

Запустим терминал и начнем установку необходимого программного обеспечения.

Сначала установим программу — текстовый браузер сURL:

```
apt install curl -y
```

Теперь установим собственно Docker. Сценарий его установки довольно длинный, но он для нас уже написан, и мы можем получить его в виде текста (программой curl) и сразу построчно выполнить:

```
curl -sSL https://get.docker.com/ | sh
```

Мы могли бы управлять Docker из командной строки, но такая работа требует практики. Немного упростим себе задачу, установим сервис для управления. Он, конечно, собран в виде готового образа, который мы можем получить и использовать:

```
docker volume create portainer_data
sudo docker run -d -p 8000:8000 -p 9443:9443
--name portainer --restart=always -v
/var/run/docker.sock:/var/run/docker.sock
-v portainer_data:/data portainer/
portainer-ce:latest
```

Поскольку такого образа еще нет, система предложит его загрузить, а после загрузки создаст контейнер и запустит его. Обратите внимание: мы будем обращаться к этому контейнеру как к серверу, для чего указываем трансляцию TCP-порта.

После запуска контейнера мы можем запустить на своей машине браузер и посмотреть, что получилось, в графической панели управления докер-контейнерами Portainer по адресу <https://localhost:9443> (рис. 4).

При первом обращении нужно задать пароль, после чего стартовая рабочая страница будет выглядеть примерно так, как показано на рис. 5; нас будет интересовать именно сервер local.

Возникает вопрос: кто занимается созданием приложений и другими задачами, связанными с развертыванием и сопровождением подобной инфраструктуры? Ответ на него есть: это **DevOps-инженер** (DevOps — акроним от *англ.* Development & Operations — разработка и информационно-технологическое обслуживание) — **специалист, который совмещает функции разработчика (Dev) и системного администратора (Ops)**. Он не разрабатывает само приложение и не занимается, например, настройкой основных серверов и сети, его обязанности ближе к работе системных администраторов, чем программистов. Конечно, эту работу можно поручить непосредственно системным администраторам или программистам, но в большой системе подобных задач будет слишком много, и, скорее всего, программисты будут неправильно настраивать ОС, а системные администраторы не смогут правильно подготовить инструкции для адаптации и сконфигурировать множество сценариев-программ, хотя Docker будет небольшой (пусть и важной) частью реальной инфраструктуры и работы администраторов.

Мы подготовили инфраструктуру, теперь начнем обрабатывать данные. Для примера мы, как указывали выше, воспользуемся данными о рынке недвижимости Москвы, которые собраны и опубликованы Сбербанком¹.

Казалось бы, мы уже можем начать исследовать данные, но... Мы получили данные в формате CSV, а наш инструмент анализа не позволяет работать

¹ Этот набор данных доступен по ссылке: <https://github.com/AdmiralWen/Sberbank-Russian-Housing-Market/tree/master/Data>

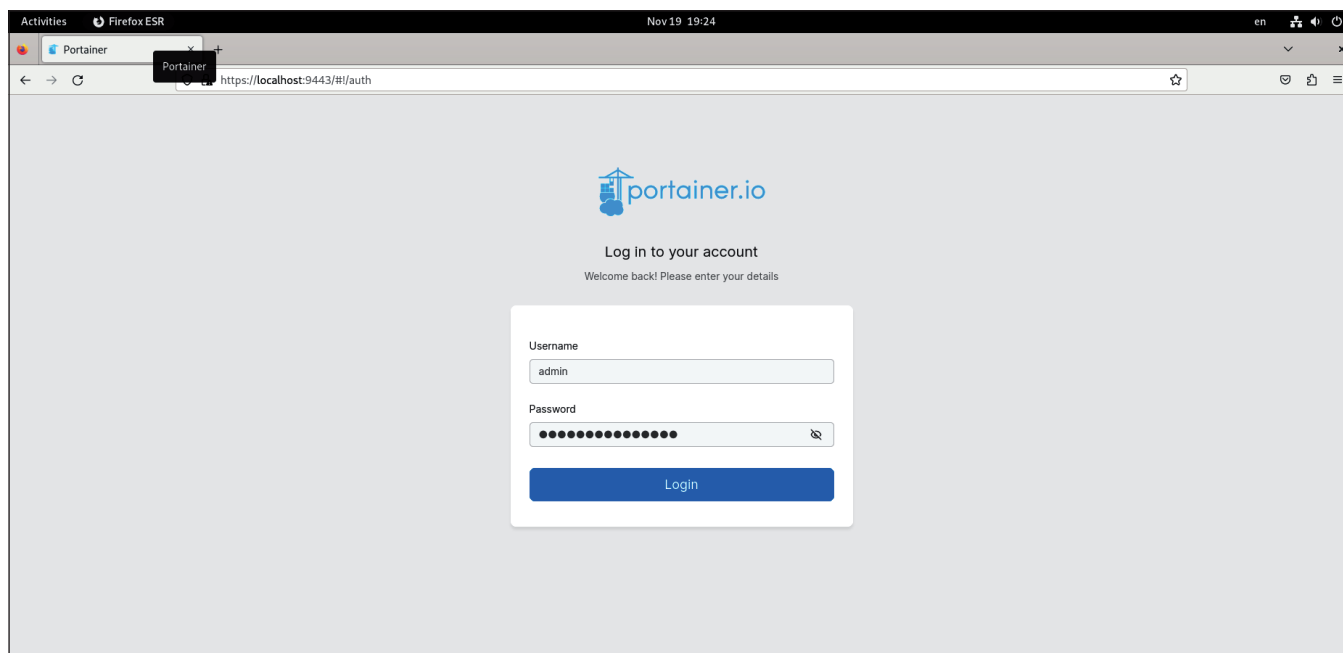


Рис. 4. Вход в веб-приложение для управления средой Docker
Fig. 4. Login to web-application for managing the Docker environment

с таким источником. Кроме того, мы понимаем, что количество источников (и самых разных проблем с ними) будет постоянно расти. К обязанностям системных администраторов и инженеров-DevOps решение этих задач не относится, а программисты

смогут начать работать только тогда, когда будет определено, что именно надо делать. Кто же построит собственно цепочку обработки данных с учетом всех входящих условий и необходимости дальнейшего развития?

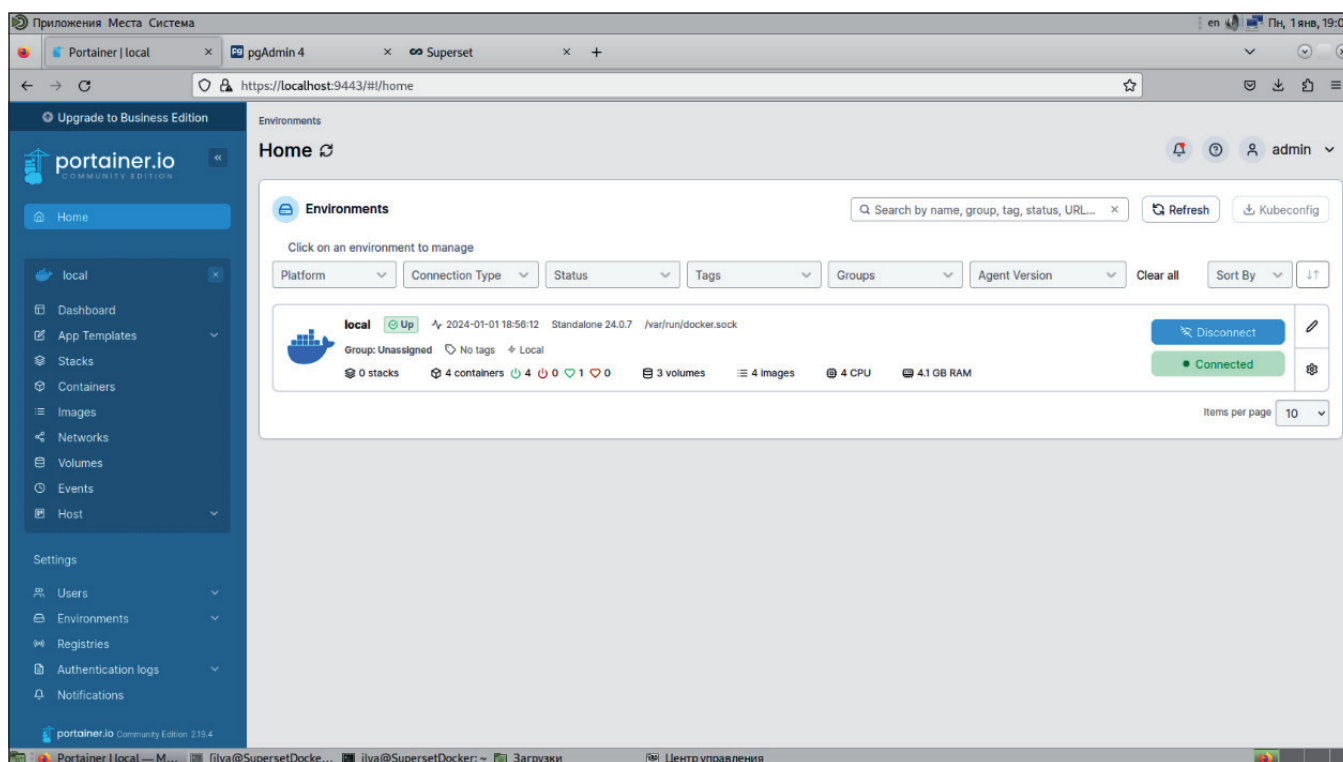


Рис. 5. Входная страница приложения Portainer
Fig. 5. Input page of the Portainer application

ETL PIPELINE

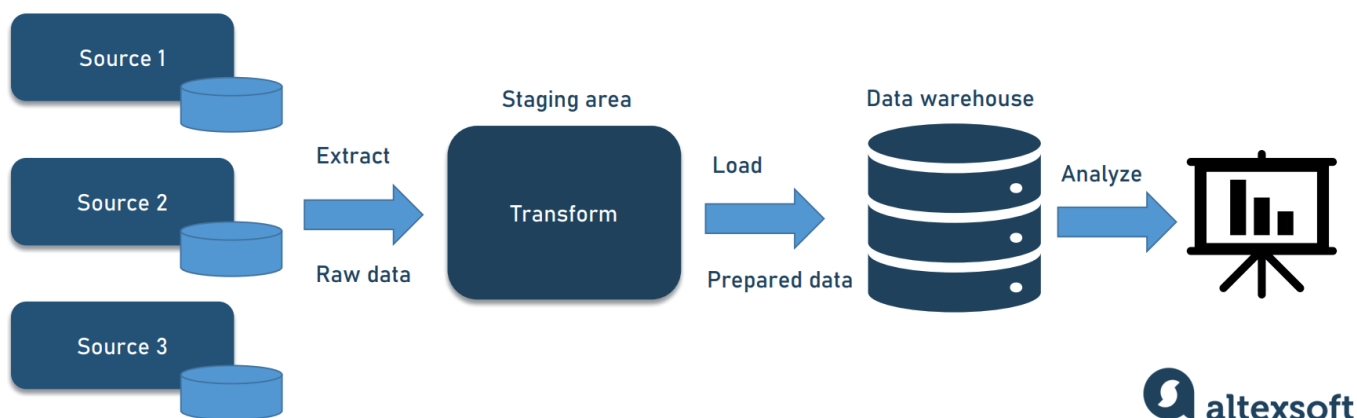
Рис. 6. ETL-конвейер¹

Fig. 6. ETL pipeline

ELT PIPELINE

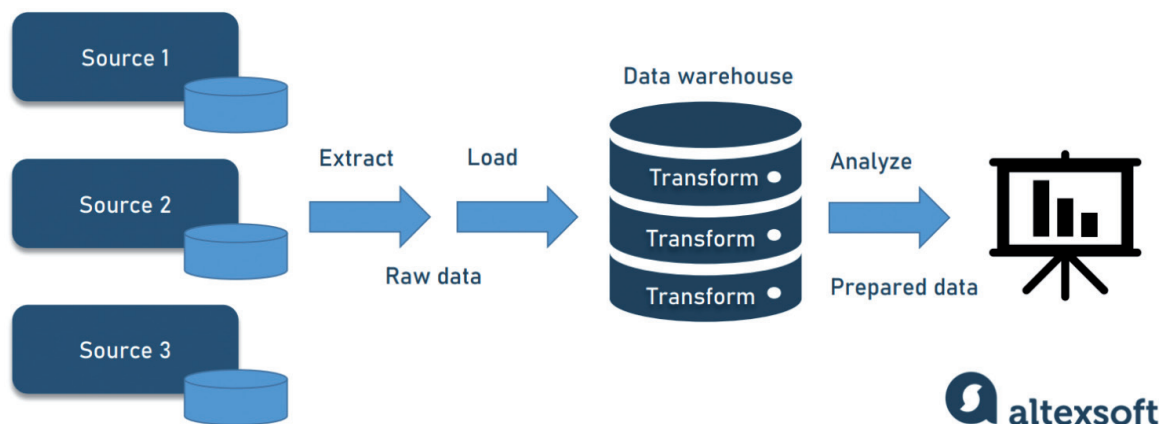
Рис. 7. ELT-конвейер²

Fig. 7. ELT pipeline

Решением таких задач занимаются также отдельные специалисты — **инженеры данных (англ. Data Engineer)**, которые организуют сбор информации, ее хранение и первоначальную обработку³. Поскольку мы знаем, что в нашем случае данные будут поступать постоянно, то инженер не станет анализировать каждую ошибку в отдельности (постоянно наступая на новые грабли). Необходимо спланировать процесс их поступления, хранения и предварительной обработки так, чтобы решать потом разные возникающие

задачи — задачи бизнес-аналитики, Data Science, машинного обучения. Методы, применяемые для этого, могут быть самыми разными [13].

Инженер обеспечивает представление данных в виде потока, который проходит три основных этапа:

1. **Потребление данных (англ. Data Ingestion)** — поступление данных из множества различных источников в целевую систему. Они могут быть и структурированными (например, данные о квартирах), и неструктурированными (например, статьи о влиянии экономической ситуации на текущие цены).
2. **Преобразование данных (англ. Data Transformation)** — преобразование данных под задачи наших конечных пользователей, а также устранение ошибок, преобразование данных в единые форматы, устранение дубликатов.
3. **Обслуживание данных (англ. Data Serving)**, или подача данных, — предоставление данных в виде единого пульта (англ. Dashboard), или

¹ Источник изображения см.: Data Engineering: Concepts, Processes, and Tool. AltexSoft. 13.03.2023. <https://www.altexsoft.com/blog/what-is-data-engineering-explaining-data-pipeline-data-warehouse-and-data-engineer-role/>

² Источник изображения см.: там же.

³ Подробнее об этой специальности см.: Data Engineering: Concepts, Processes, and Tools. AltexSoft. 13.03.2023. <https://www.altexsoft.com/blog/what-is-data-engineering-explaining-data-pipeline-data-warehouse-and-data-engineer-role/> или перевод этой статьи: Data Engineering: концепции, процессы и инструменты. Хабр. 24.07.2023. <https://habr.com/ru/articles/743308/>

источника данных, конечному потребителю, команде аналитиков (дата-сайентистам), на платформу бизнес-аналитики и т. д.

Для создания системы сбора данных инженер данных строит конвейер их обработки и, скорее всего, использует два основных подхода.

Первый, наиболее известный, — это ETL-конвейер (англ. Extract, Transform, Load — извлечение, преобразование, загрузка) (рис. 6). Он автоматизирует следующие процессы:

- **Extract** — извлечение данных. В начале конвейера мы получаем «сырые» данные из множества источников: из отдельных файлов, баз данных, от других приложений и т. д.;
- **Transform** — стандартизация данных. После извлечения данных инженер должен подготовить сценарии, которые преобразуют их, приводя в соответствие с требованиями к форматам (например, к единой форме и шкале времени);
- **Load** — сохранение данных в новое место. После преобразования данных в применимый формат их можно загрузить в целевое хранилище.

ETL-конвейер строят для работы со структурированными данными, используя их в бизнес-аналитике и для представления в виде пультов. А это как раз наш случай.

Второй вид — ELT-конвейер. В нем те же процессы выполняются в другом порядке, что позволяет сохранить исходные данные и позднее решать другую задачу или несколько задач, требующих разных трансформаций (рис. 7).

Поскольку мы используем структурированные данные и хотим их визуализировать, будем применять ETL-конвейер (его упрощенную версию), опираясь на свободно-распространяемые инструменты:

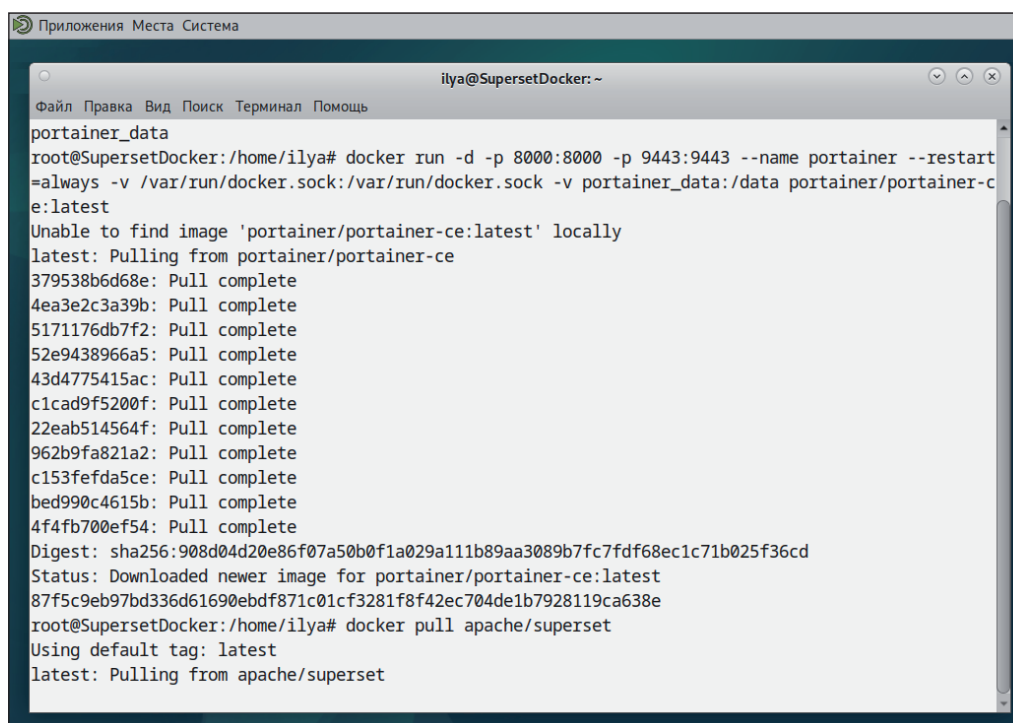
- использовать данные из заранее найденных файлов CSV (на самом деле эти файлы представляют собой результат работы такой системы);
- хранить и предварительно обрабатывать данные с помощью СУБД PostgreSQL; преобразовывать и анализировать их мы будем только для примера, чтобы показать, с какими проблемами можем столкнуться;
- подавать данные конечному потребителю с помощью платформы Apache Superset, чтобы увидеть, что именно такие платформы делают.

Для развертывания используем готовую инфраструктуру. Скорее всего, **ставить и разворачивать образы будет специалист DevOps**, потому что потом администрировать получившийся комплекс вручную будет очень трудно, а «перетаскивать» данные через конвейер вручную можно только во время тестов и проб. Тем не менее **формулировать задачу инженеру DevOps будет инженер данных** (скорее всего, опытный специалист на должности архитектора данных).

Рассмотрим далее работу инженера данных.

1-й этап. Получение данных: запустим образ инструмента анализа данных и их визуализации — Apache Superset (рис. 8).

Мы можем воспользоваться специально установленным нами приложением для управления



```

Приложения Места Система
ilya@SupersetDocker: ~
Файл Правка Вид Поиск Терминал Помощь
portainer_data
root@SupersetDocker:/home/ilya# docker run -d -p 8000:8000 -p 9443:9443 --name portainer --restart
=always -v /var/run/docker.sock:/var/run/docker.sock -v portainer_data:/data portainer/portainer-c
e:latest
Unable to find image 'portainer/portainer-ce:latest' locally
latest: Pulling from portainer/portainer-ce
379538b6d68e: Pull complete
4ea3e2c3a39b: Pull complete
5171176db7f2: Pull complete
52e9438966a5: Pull complete
43d4775415ac: Pull complete
c1cad9f5200f: Pull complete
22eab514564f: Pull complete
962b9fa821a2: Pull complete
c153fefda5ce: Pull complete
bed990c4615b: Pull complete
4f4fb70ef54: Pull complete
Digest: sha256:908d04d20e86f07a50b0f1a029a111b89aa3089b7fc7fdf68ec1c71b025f36cd
Status: Downloaded newer image for portainer/portainer-ce:latest
87f5c9eb97bd336d61690ebdf871c01cf3281f8f42ec704de1b7928119ca638e
root@SupersetDocker:/home/ilya# docker pull apache/superset
Using default tag: latest
latest: Pulling from apache/superset

```

Рис. 8. Процесс скачивания образов и подготовки контейнеров среды Docker в командном интерпретаторе
Fig. 8. The process of downloading images and preparing Docker environment containers in the command interpreter

(Portainer), а можем выполнять все настройки через командную строку.

Покажем установку и запуск в виде команд, поскольку это более компактный способ:

```
docker pull apache/superset
docker run -d -p 8080:8088 -e
«SUPERSET_SECRET_KEY=strong_secret_key_here»
--name superset apache/superset
```

Получить образ и запустить контейнер на его основе, к сожалению, недостаточно: нужно обновить структуру данных внутри контейнера на основе свежих изменений продукта, получить с сайта разработчика свежие примеры, инициализировать — и уже после этого обращаться к работающему приложению.

```
docker exec -it superset superset db upgrade
docker exec -it superset superset load_examples
docker exec -it superset superset init~
docker exec -it superset superset init
docker exec -it superset superset fab
create-admin --username admin --password admin
--firstname Superset --lastname Admin --email
admin@superset.com
```

Важно отметить, что в качестве параметра нужно указать имя и пароль для управления контейнером. Если вы их забыли или они не заработали — есть и команда для их сброса:

```
docker exec -it superset superset fab
reset-password --username admin --password
admin
```

Кроме системы отображения, нам потребуется хранилище. Поскольку у нас есть готовая инфраструктура, мы можем скачать и установить два готовых продукта: собственно сервер БД PostgreSQL и графическое средство управления pgAdmin:

```
docker pull postgres
docker run --name some-postgres -e
POSTGRES_PASSWORD=admin -d postgres
docker pull dpage/pgadmin4
docker run -p 8081:80 -e
'PGADMIN_DEFAULT_EMAIL=user@domain.com' -e
'PGADMIN_DEFAULT_PASSWORD=admin' -e
'PGADMIN_CONFIG_ENHANCED_COOKIE_PROTECTION=
True' -e
'PGADMIN_CONFIG_LOGIN_BANNER=>Authorised
users only!>' -e
'PGADMIN_CONFIG_CONSOLE_LOG_LEVEL=10' -d
dpage/pgadmin4
```

В итоге запущенные у нас контейнеры будут выглядеть в системе управления так, как это представлено на рисунке 9. Обратим внимание, что СУБД мы не публикуем, потому что обращаться к ней извне не планируем.

2-й этап. Создание БД для работы.

Обратимся к установленной системе управления pgAdmin (<http://localhost:8081>). Зарегистрируем сервер БД (рис. 10).

Укажем необходимые параметры соединения (рис. 11).

IP-адрес сервера мы видели на снимке запущенных контейнеров. Имя пользователя у нас одно —

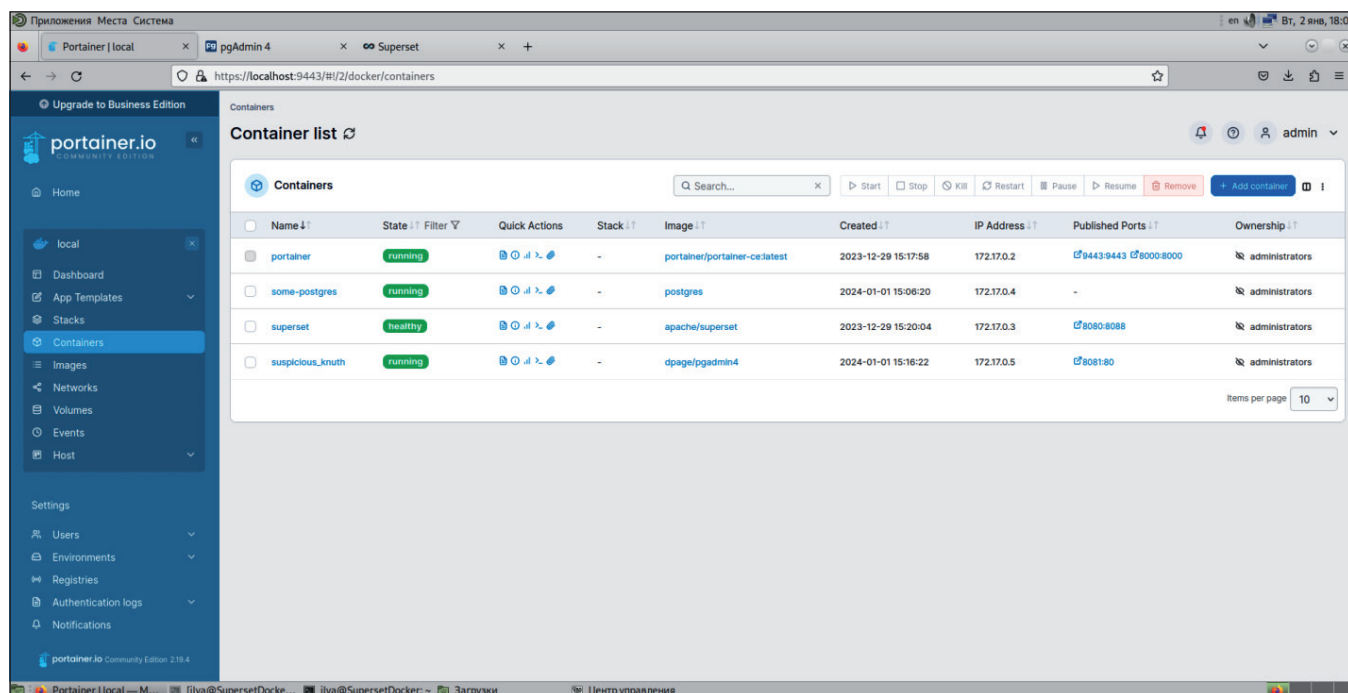


Рис. 9. Список работающих контейнеров Docker

Fig. 9. List of running Docker containers

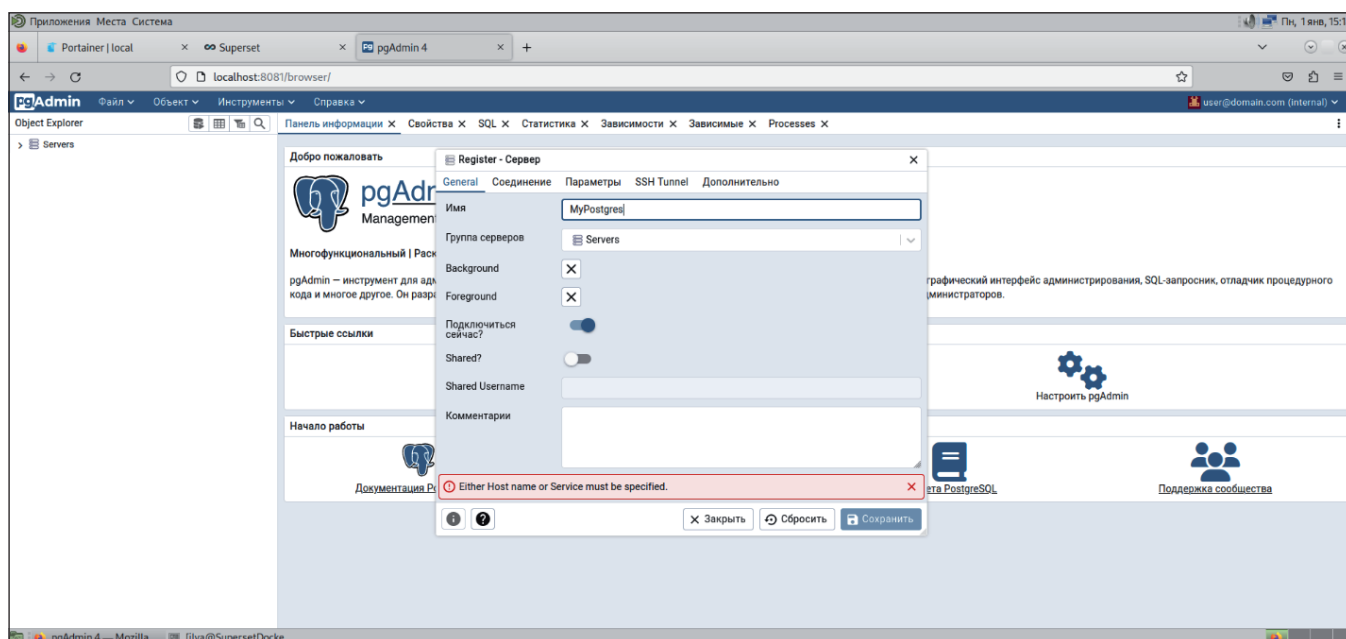


Рис. 10. Регистрация сервера базы данных в приложении управления pgAdmin

Fig. 10. Database server registration in the pgAdmin management application

postgres (это администратор, и в реальной ситуации нам было бы категорически запрещено использовать его при работе с отдельными БД по требованиям информационной безопасности), а пароль мы задали сами — в строке запуска контейнера: admin.

Подключившись к серверу, мы можем создать рабочую БД (рис. 12). Назовем ее SberRealty. Теперь все готово для загрузки данных и их визуализации.

3-й этап. Загрузка данных и их визуализация.

Используем набор данных, предоставленный Сбербанком для публичного конкурса на создание средств прогнозирования продажи недвижимости в 2017 году.

Основные поля в этом файле:

- price_doc: цена продажи;
- id: идентификатор;

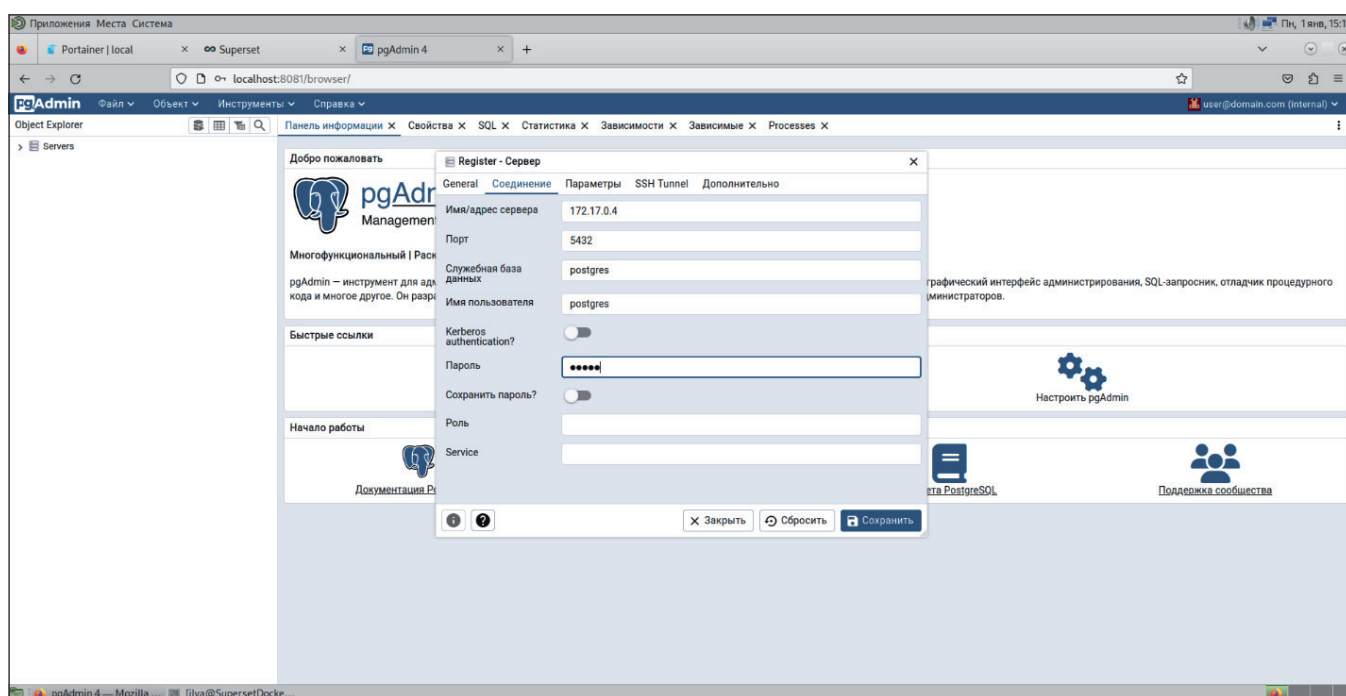


Рис. 11. Параметры соединения с сервером в приложении pgAdmin

Fig. 11. Server connection parameters in the pgAdmin application

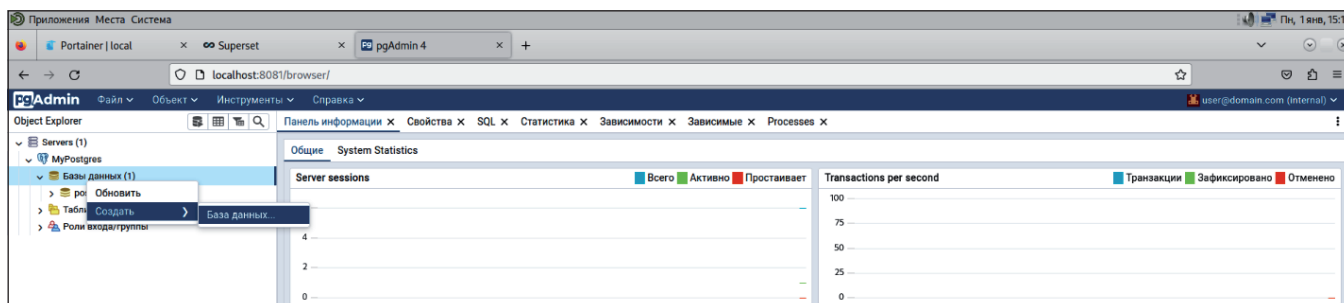


Рис. 12. Создание базы данных

Fig. 12. Creating a database

- timestamp: дата транзакции;
- full_sq: полная площадь помещения;
- life_sq: жилая площадь;
- floor: этаж;
- max_floor: количество этажей в здании;
- material: материал стен;
- build_year: год постройки;
- num_room: количество жилых комнат;
- kitch_sq: площадь кухни;
- state: состояние квартиры;
- product_type: тип покупки — для проживания или для инвестиций;
- sub_area: район.

Остальные поля (а всего их в файле 242) — это описание общей макроэкономической ситуации на момент совершения сделки.

В приложении Apache Superset создаем подключение к БД. При этом приложение сообщает,

что для подключения нужно установить средство работы с БД, и предлагает выбрать одно из четырех возможных. Выбираем PostgreSQL (рис. 13).

Далее указываем параметры для подключения (рис. 14).

Если все сделано правильно, то, нажав кнопку Connect, мы подключимся к БД и у нас появится новая БД в списке (рис. 15).

Важная техническая деталь: изначально у нас не будет возможности загружать в БД файлы с данными. Нужно отредактировать свойства БД: на закладке Advanced в разделе Security поставить «галочку» у «Allow file uploads to database», как это показано на рисунке 16 (в документации процедуру отразили неправильно).

Теперь загружаем данные в БД: выбираем пункт Upload CSV в верхнем меню (рис. 17).

Выбираем нужный файл и выполняем загрузку (рис. 18).

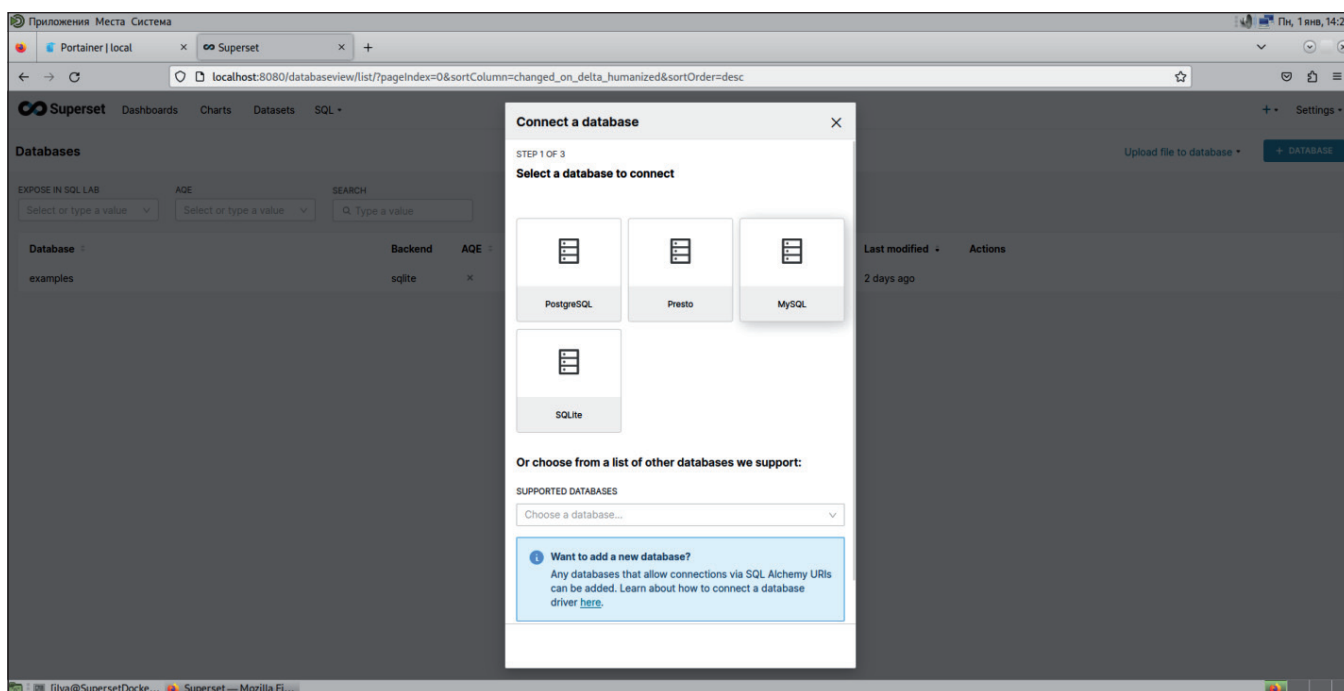


Рис. 13. Подключение к базе данных в приложении Apache Superset: выбор средства работы с базами данных

Fig. 13. Connecting to the database in the Apache Superset application: selecting a database tool

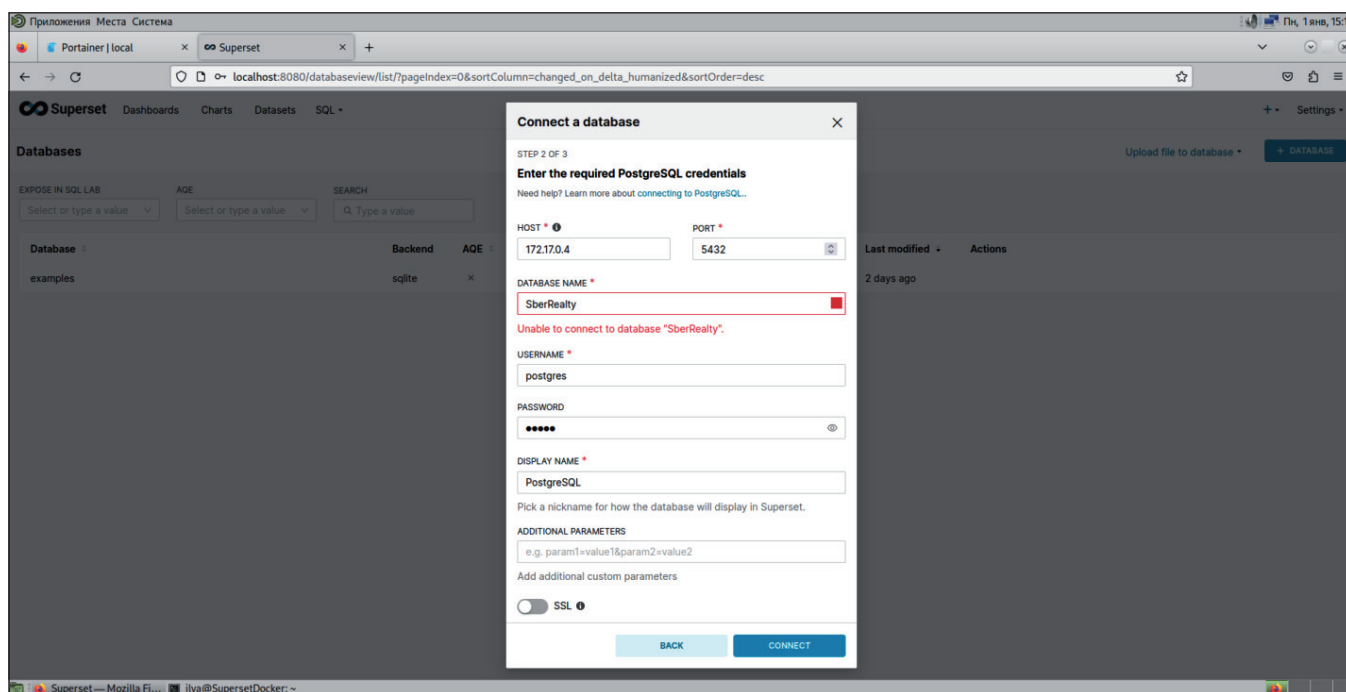


Рис. 14. Подключение к базе данных в приложении Apache Superset: параметры подключения

Fig. 14. Connecting to the database in the Apache Superset application: connection parameters

Database	Backend	AQE	DML
PostgreSQL	postgresql	x	x
examples	sqlite	x	x

Рис. 15. Результаты подключения базы данных

Fig. 15. Results of database connection

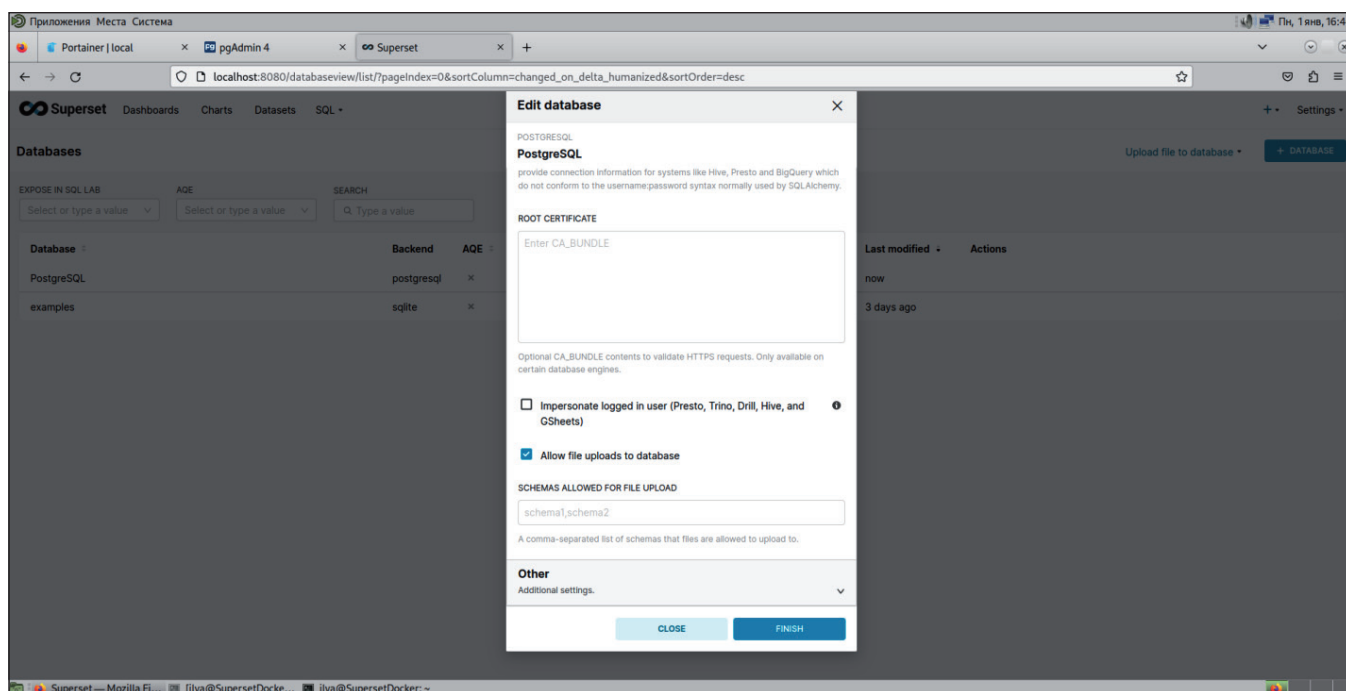


Рис. 16. Разрешаем загрузку данных в базу из файлов

Fig. 16. Allow uploading data to the database from files

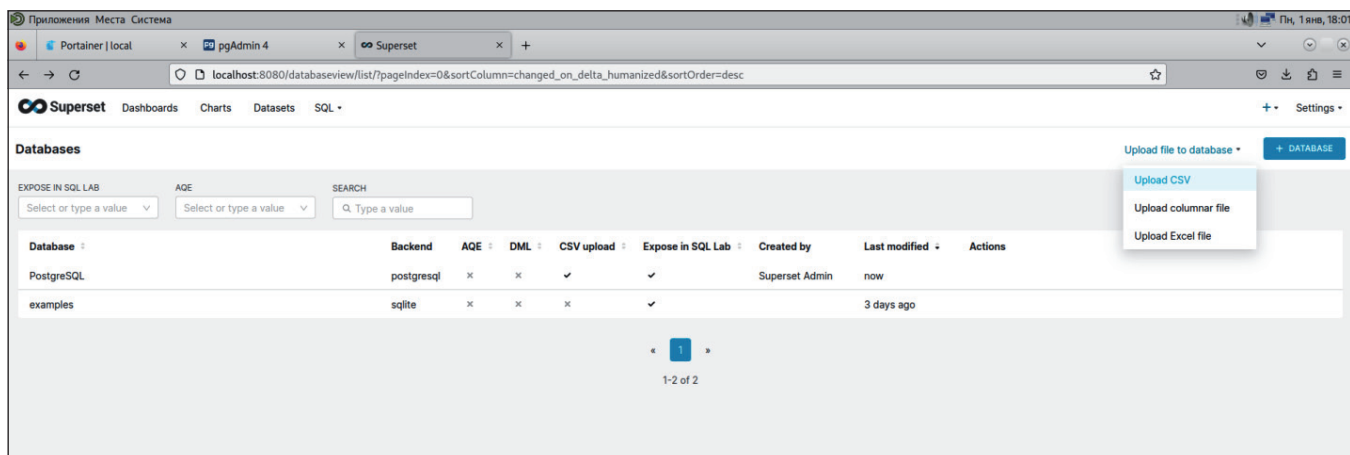


Рис. 17. Начало загрузки данных из файла CSV

Fig. 17. Start loading data from CSV file

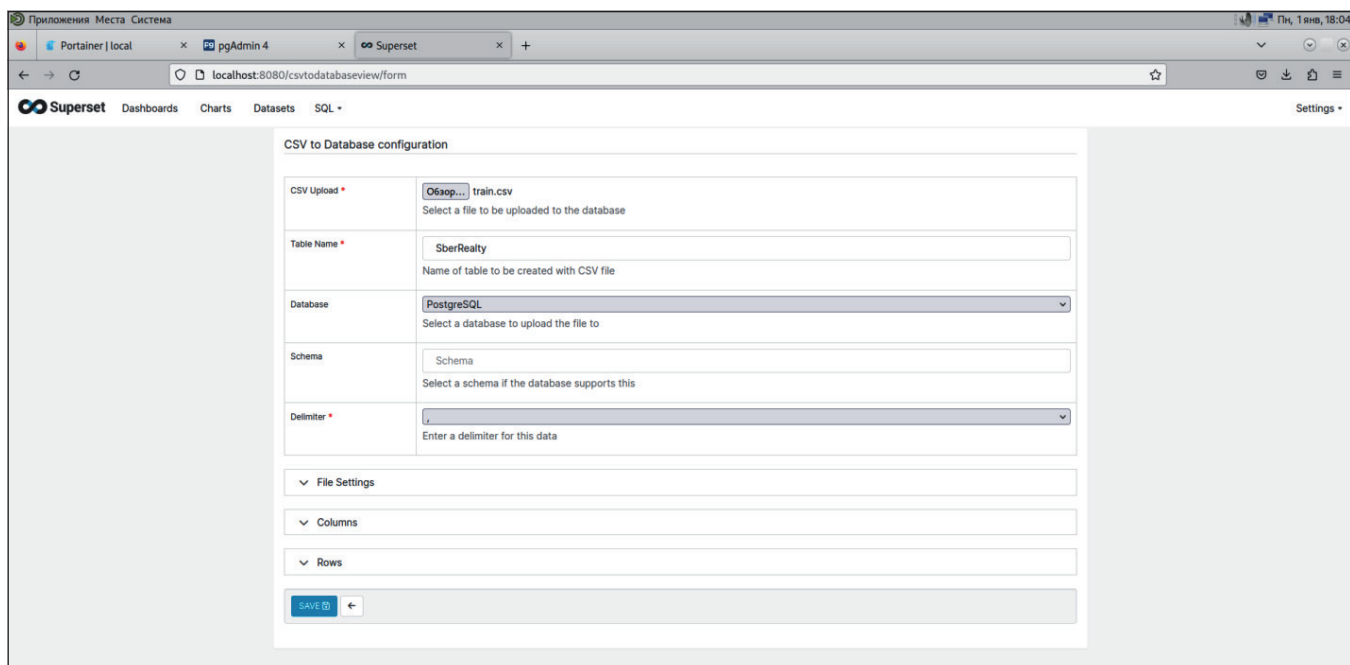


Рис. 18. Параметры загрузки данных из файла CSV в базу данных

Fig. 18. Parameters of uploading data from CSV file to the database

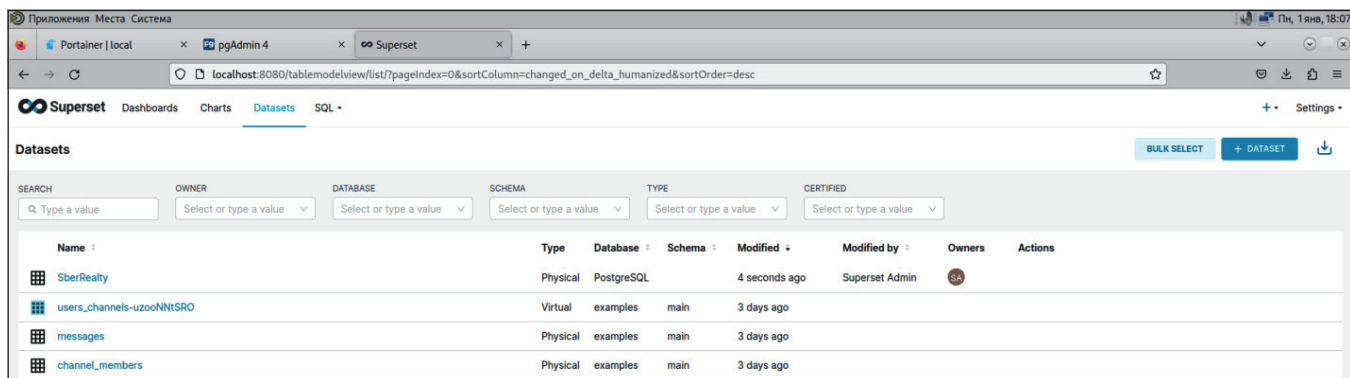


Рис. 19. Новый набор данных после загрузки данных

Fig. 19. New dataset after data uploading

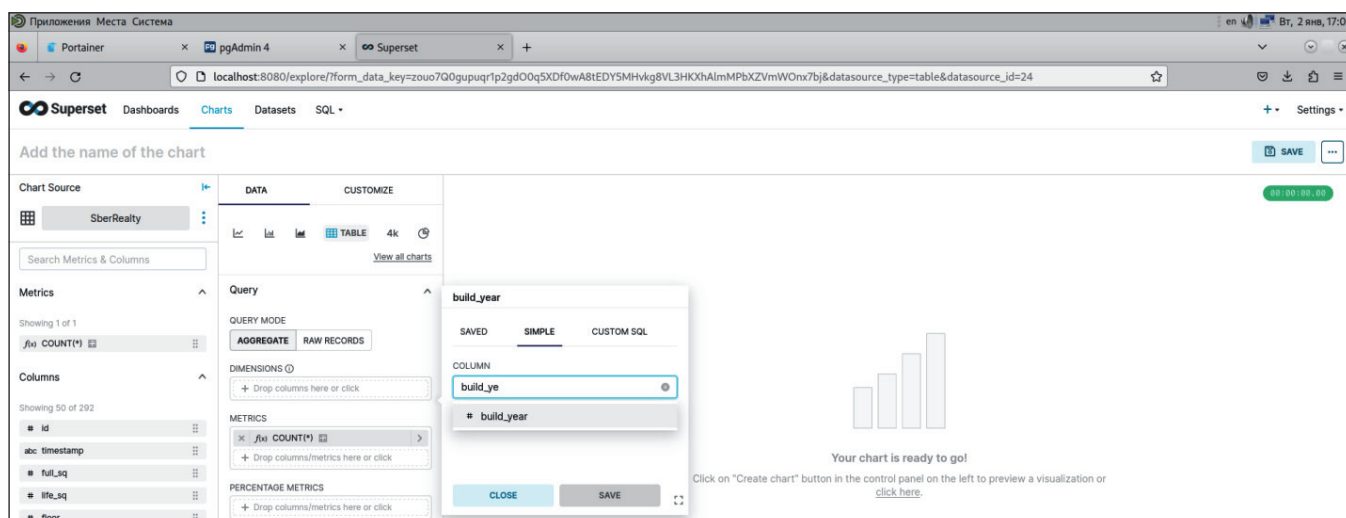


Рис. 20. Создание диаграммы: выбор поля
Fig. 20. Creating a diagram: selecting a field

Появился новый набор данных (Dataset). Мы можем его увидеть в списке доступных наборов данных (рис. 19).

Если мы откроем наш новый набор данных SberRealty, то сервис предложит создать диаграмму для его визуализации. Визуализация основывается на запросе к набору данных (в нашем случае это уже запрос агрегации — Aggregate) и способе визуализации (столбчатая диаграмма). Первое, что нужно сделать, — это выбрать поле для анализа: щелкнуть курсором в пункте Dimension и при выборке по образцу найти поле build_year (поскольку всего полей 242, то лучше начать набирать название). После выбора нажмем кнопку Save (рис. 20).

В разделе My metric выберем единственную уже сохраненную функцию COUNT(*) (как известно, эта функция подсчитывает количество) и нажмем Save (рис. 21).

Первая диаграмма для этого набора данных представлена на рисунке 22.

Нужно отметить, что операция Transform, конечно, не показала ошибок, но данные нуждаются в анализе и очистке. 13,6 тысяч строк вообще не имеют данных о годе постройки, у 530 строк год постройки обозначен как «0», а 368 строк имеют год постройки «1».

Сохраним созданную диаграмму и создадим первое табло (пульт), как это показано на рисунке 23. Наберем название и нажмем «Save & go to dashboard».

Как выглядит готовый пульт в приложении Apache Superset, показано на рисунке 24.

Заметим, что из таких элементов можно набрать сложные и очень информативные комплексы. Возможности Apache Superset демонстрируют многочисленные примеры пультов и диаграмм, которые сразу предоставляются вместе с продуктом (рис. 25).

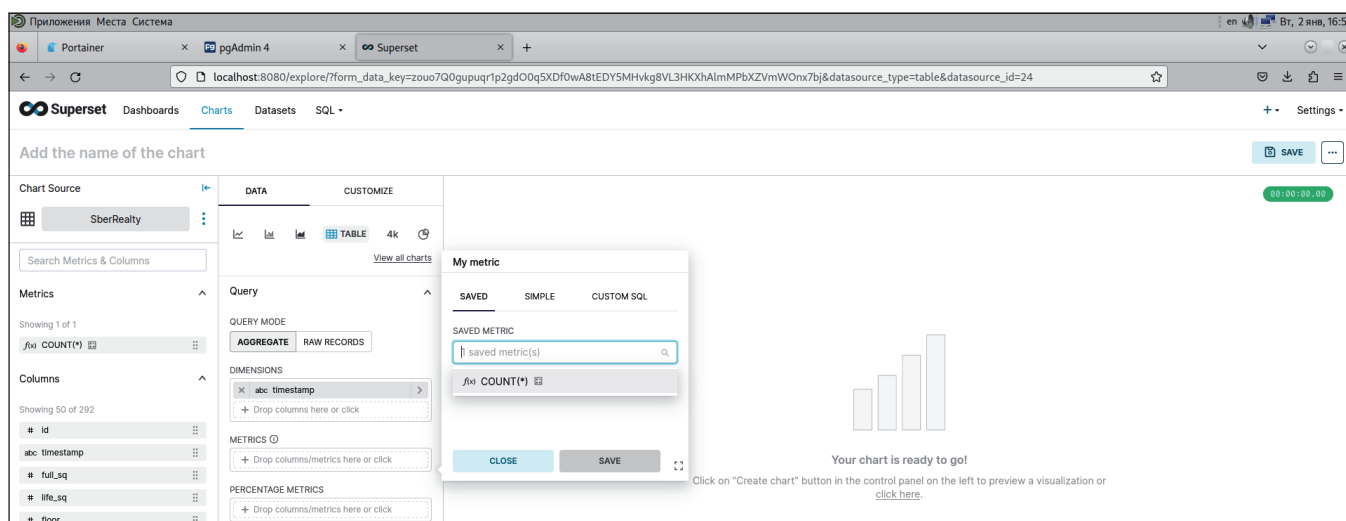


Рис. 21. Создание диаграммы: выбор способа агрегации
Fig. 21. Creating a diagram: selecting the aggregation method

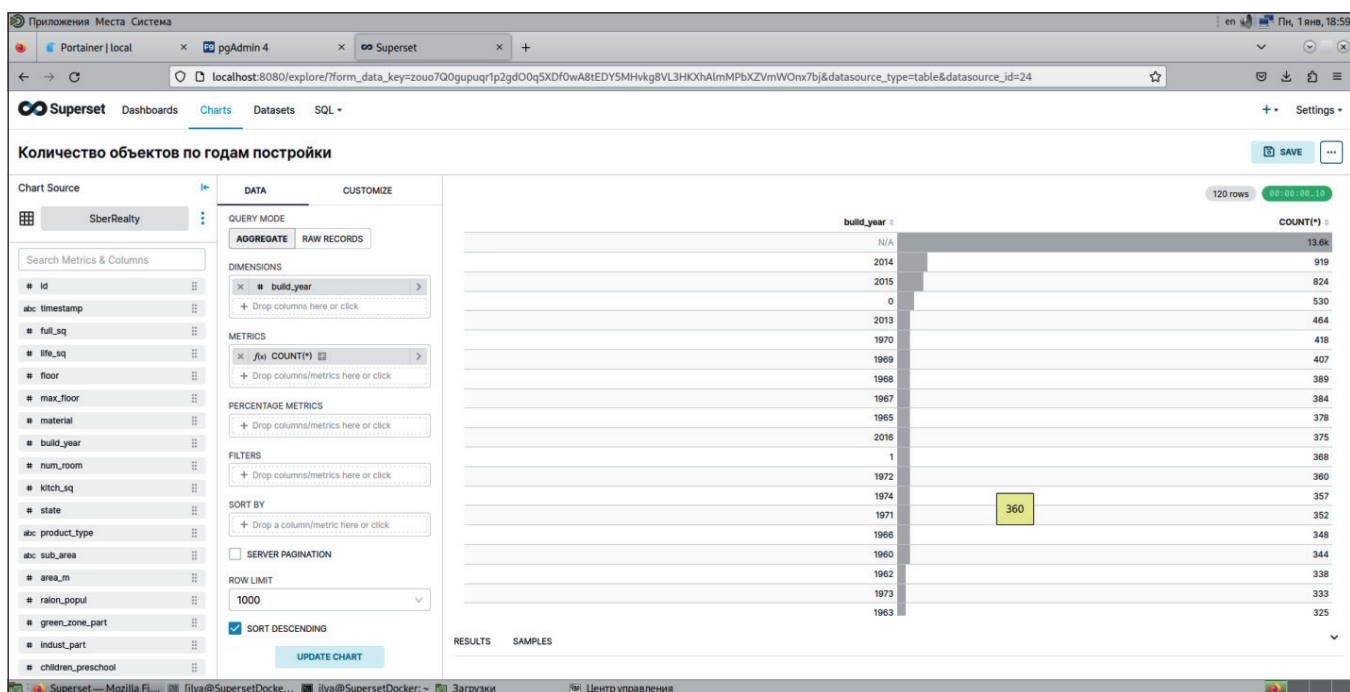


Рис. 22. Новая диаграмма, общий вид

Fig. 22. New diagram, general view

Рис. 23. Сохранение диаграммы и создание нового пульта

Fig. 23. Saving the diagram and creating a new dashboard

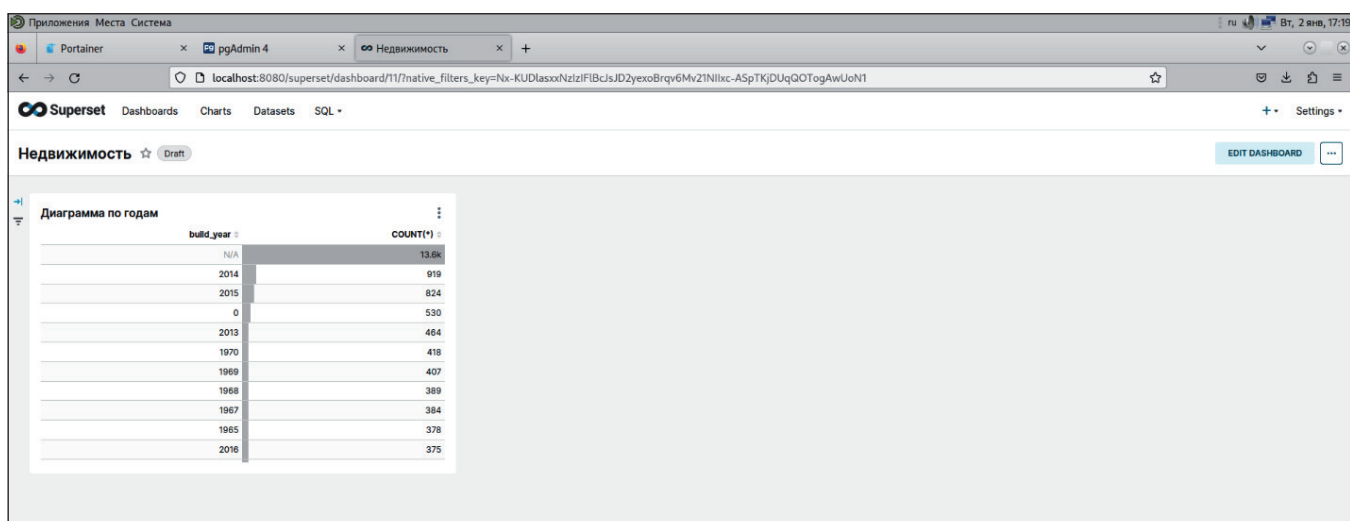


Рис. 24. Пульт в приложении Apache Superset

Fig. 24. Dashboard in Apache Superset application

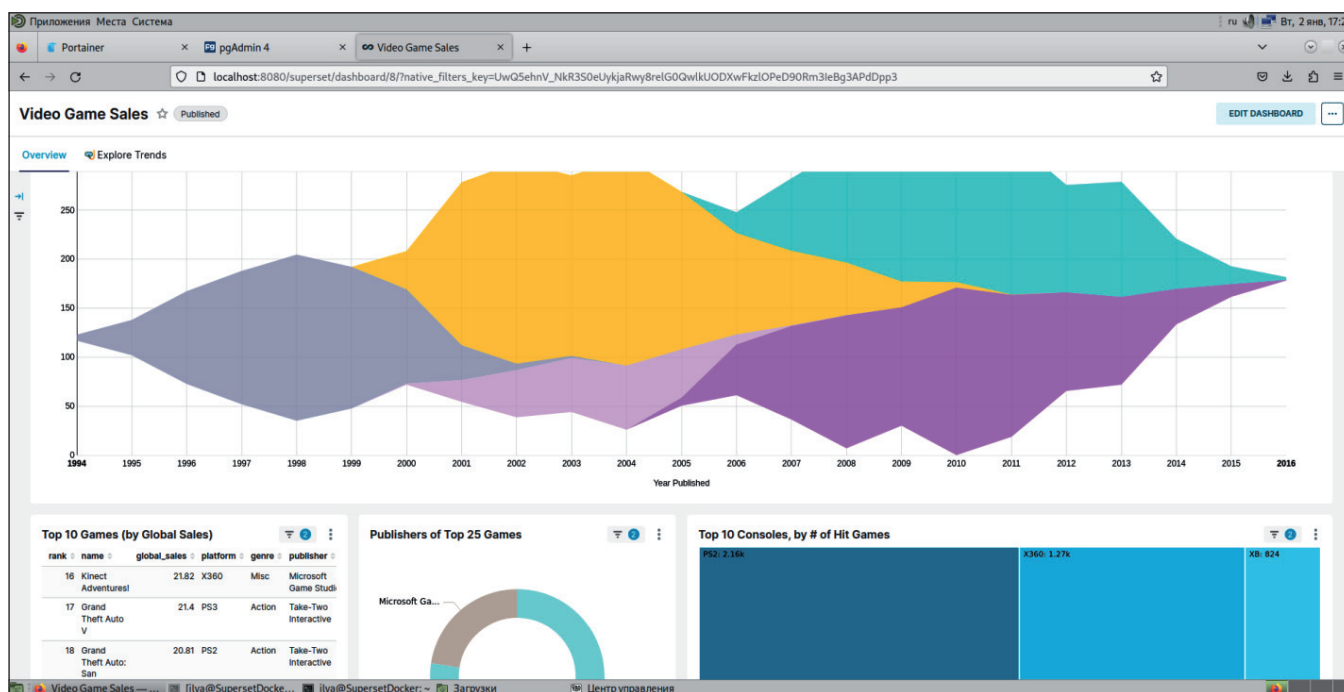


Рис. 25. Пример готового пульты — набора блоков
Fig. 25. Example of a ready dashboard — a set of blocks

5. Заключение

В приведенном примере рассмотрен далеко не полный спектр проблем и задач, который решают инженеры данных и DevOps-инженеры. В реальных условиях им пришлось бы заранее предусматривать автоматические средства фильтрации и очистки данных, заранее проектировать структуру, позволяющую не только сохранить весь поток больших данных, но и визуализировать его, причем и в моменте (для оперативного мониторинга), и в виде агрегированных данных, необходимых для принятия решений. В реальности это может оказаться очень непросто¹. В дальнейшем данные в рамках подготовленной инфраструктуры могут быть использованы для самых разных целей. Например, именно такой набор данных чаще всего нужен для построения различного рода рекомендательных систем [17, 18].

Из приведенного очень простого примера видно, сколько действий пришлось предпринять, чтобы создать даже такой упрощенный конвейер обработки и анализа данных. И на этом работа с данными не остановится, ими займутся уже другие специалисты — менеджеры при принятии решений, аналитики данных при поиске и иллюстрировании найденных закономерностей, а также другие специалисты предметных областей (от обеспечивающих снабжение до технологов производства) [19, 20].

¹ Митрофанов М. Тот самый датасет, где архитектор чуть не сошел с ума. Хабр. 16.11.2023. <https://habr.com/ru/companies/omk-it/articles/774126/>

Отметим также, что нет четких границ, которые позволят отделить задачи DevOps-инженера от задач системного администратора или должностные обязанности инженера-разработчика программного обеспечения от должностных обязанностей инженера данных. Их навыки и знания во многом пересекаются, более того — им необходимо знать пусть и не всю, но основную специфику работы смежников. На небольшом или типовом проекте специалисты по информационным технологиям могут их совмещать. Но только полная команда, включающая в себя системных администраторов, специалистов по телекоммуникационным сетям, аналитиков Data Science и т. д., справится с организацией работы с большими данными.

Финансирование

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства просвещения Российской Федерации (тема № 124052100092-0 «Вариативное обучение основам искусственного интеллекта в общем образовании на основе интегративного подхода»).

Funding

The research was carried out within the state assignment of the Ministry of Education of the Russian Federation (theme No 124052100092-0) “Variative teaching of the basics of artificial intelligence in general education based on the integrative approach”).

Список источников / References

1. Самылкина Н. Н. Информатика, углубленный уровень. Реализация требований ФГОС среднего общего образования: методическое пособие для учителя. М.: Институт стратегии развития образования; 2023. 226 с. EDN: LGYRRI.

[Samylkina N. N. Informatics, advanced level. Realization of the requirements of the FSES of secondary general education: A methodological manual for teachers. Moscow, Institute for Strategy of Education Development; 2023. 226 p. (In Russian.) EDN: LGYRRI.]

2. Lee S. J., Kwon K. A systematic review of AI education in K-12 classrooms from 2018 to 2023: Topics, strategies, and learning outcomes. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2024;6:100211. DOI: 10.1016/j.caeai.2024.100211.

3. Israel-Fishelson R., Moon P. F., Tabak R., Weintrop D. Preparing students to meet their data: An evaluation of K-12 data science tools. *Behaviour & Information Technology*. 2023;1–20. DOI: 10.1080/0144929X.2023.2295956.

4. Hazzan O., Ragonis N., Lapidot T. Data science and computer science education. *Guide to Teaching Computer Science*. Springer, Cham; 2020:95–117. DOI: 10.1007/978-3-030-39360-1_6.

5. Foundations of data science for students in grades K-12: Proceedings of a workshop. Washington, DC, The National Academies Press; 2023. 152 p. DOI: 10.17226/26852.

6. Ткач Т. В. Машинное обучение и обработка больших данных в условиях современной школы. *Информатика в школе*. 2020;(7(160)):25–29. EDN: JETIPH. DOI: 10.32517/2221-1993-2020-19-7-25-29.

[Tkach T. V. Machine learning and Big Data processing in a modern school. *Informatics in School*. 2020;(7(160)):25–29. (In Russian.) EDN: JETIPH. DOI: 10.32517/2221-1993-2020-19-7-25-29.]

7. Самылкина Н. Н., Салахова А. А. Обучение основам искусственного интеллекта и анализа данных в курсе информатики на уровне среднего общего образования: монография. М.: МПГУ; 2022. 242 с. EDN: BACMCW. DOI: 10.31862/9785426310643.

[Samylkina N. N., Salakhova A. A. Teaching the basics of artificial intelligence and data analysis in the informatics course at the secondary general education level: Monograph. Moscow, MPSU; 2022. 242 p. (In Russian.) EDN: BACMCW. DOI: 10.31862/9785426310643.]

8. Лейн Д. Машинное обучение для детей. Практическое введение в искусственный интеллект. М.: Лаборатория знаний; 2023. 288 с.

[Lane D. Machine learning for children. A practical introduction to artificial intelligence. Moscow, Laboratoriya Znaniy; 2023. 288 p. (In Russian.)]

9. Lynch C. How do your data grow? *Nature*. 2008;455(7209):28–29. DOI: 10.1038/455028a.

10. Корнев М. С. История понятия «большие данные» (Big Data): словари, научная и деловая периодика. *Вестник РГГУ. Серия: История. Филология. Культурология. Востоковедение*. 2018;(1(34)):81–85. EDN: YXCBBF. DOI: 10.28995/2073-6355-2018-1-81-85.

[Kornev M. S. History of the term “Big Data”. Dictionaries, academic and business periodicals. *Vestnik RGGU. Seriya: Istoriya. Filologiya. Kul'turologiya. Vostokovedeniye*. 2018;(1(34)):81–85. (In Russian.) EDN: YXCBBF. DOI: 10.28995/2073-6355-2018-1-81-85.]

11. Бессонов В. А. Какие возможности для статистики цен открывают новые технологии? *Деньги и кредит*. 2021;80(1):120–126. EDN: NCADLU. DOI: 10.31477/rjmf.202101.120.

[Bessonov V. A. What opportunities do new technologies bring about for price statistics? *Den'gi i Kredit*. 2021;80(1):120–126. (In Russian.) EDN: NCADLU. DOI: 10.31477/rjmf.202101.120.]

12. Салий В. В., Кухаренко Л. В., Ищенко О. В. Цифровая трансформация экономики и внедрение хранилищ данных на основе больших данных в инфраструктуру компании. *Вестник Академии знаний*. 2021;44(3):208–214. EDN: FIQRSU. DOI: 10.24412/2304-6139-2021-11240.

[Saly V. V., Kuharenko L. V., Ischenko O. V. Digital transformation of the economy and implementation of Big Data storage in company infrastructure. *Vestnik Akademii Znaniy*. 2021;44(3):208–214. (In Russian.) EDN: FIQRSU. DOI: 10.24412/2304-6139-2021-11240.]

13. Смирнов Д. В., Грушо А. А., Забейжайло М. И., Тимонина Е. Е. Система сбора и анализа информации из различных источников в условиях Big Data. *International Journal of Open Information Technologies*. 2021;(9(4)):64–71. EDN: VNVDNQ.

[Smirnov D. V., Grusho N. A., Zabezhailo M. I., Timonina E. E. System for collecting and analyzing information from various sources in Big Data conditions. *International Journal of Open Information Technologies*. 2021;(9(4)):64–71. (In Russian.) EDN: VNVDNQ.]

14. Менщиков А. А., Перфильев В. Э., Федосенко М. Ю., Фабзиев И. Р. Основные проблемы использования больших данных в современных информационных системах. *Столыпинский вестник*. 2022;4(1):30. EDN: NDZPQO.

[Menshchikov A. A., Perfiliev V. E., Fedosenko M. Yu., Fabziev I. R. The main problems of use of Big Data in modern information systems. *Stolypin Annals*. 2022;4(1):30. (In Russian.) EDN: NDZPQO.]

15. Reis D., Piedade B., Correia F. F., Dias J. P., Aguiar A. Developing docker and docker-compose specifications: A developers' survey. *IEEE Access*. 2022;10:2318–2329. EDN: JWRGVP. DOI: 10.1109/access.2021.3137671.

16. Егоров В. Б. Некоторые вопросы программного определения центров обработки данных. *Системы и средства информатики*. 2020;30(2):103–112. EDN: FXXGJY. DOI: 10.14357/08696527200210.

[Egorov V. B. Some issues of software-defined datacenters. *Systems and Means of Informatics*. 2020;30(2):103–112. (In Russian.) EDN: FXXGJY. DOI: 10.14357/08696527200210.]

17. Roy D., Dutta M. A systematic review and research perspective on recommender systems. *Journal of Big Data*. 2022;9:59. DOI: 10.1186/s40537-022-00592-5.

18. He Q., Li X., Cai B. Graph neural network recommendation algorithm based on improved dual tower model. *Scientific Reports*. 2024;14:3853. DOI: 10.1038/s41598-024-54376-3.

19. Бруссард М. Искусственный интеллект: пределы возможного. М.: Альпина нон-фикшн; 2020. 362 с.

[Broussard M. Artificial intelligence: The limits of the possible. Moscow, Alpina non-fiction; 2020. 362 p. (In Russian.)]

20. Махшанов А. В., Журавлев А. Е., Тындыкар' Л. Н. Большие данные. Big Data: учебник для СПО. Санкт-Петербург: Лань; 2022. 188 с.

[Makshanov A. V., Zhuravlev A. E., Tyndykar' L. N. Big Data: textbook for SPE. Saint Petersburg, Lan'; 2022. 188 p. (In Russian.)]

Информация об авторах

Самылкина Надежда Николаевна, доктор пед. наук, доцент, профессор кафедры теории и методики обучения информатике, Институт математики и информатики, Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0797-5532>; e-mail: nsamylkina@yandex.ru

Калинин Илья Александрович, канд. пед. наук, доцент, начальник управления информатизации, Департамент цифрового развития, Московский государственный лингвистический университет, г. Москва, Россия; доцент кафедры международной информационной безопасности, Институт информационных наук, Московский государственный лингвистический университет, г. Москва, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6710-8188>; e-mail: kalininIlya@mail.ru

Information about the authors

Nadezhda N. Samylkina, Doctor of Sciences (Education), Docent, Professor at the Department of Theory and Methodology of Informatics Education, Institute of Mathematics and

Informatics, Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-0797-5532>; *e-mail*: nsamylkina@yandex.ru

Ilya A. Kalinin, Candidate of Sciences (Education), Docent, Head of Informatization Administration, the Department of Digital Development, Moscow State Linguistic University, Moscow, Russia; Associate Professor at the Department of International

Information Security, Institute of Information Sciences, Moscow State Linguistic University, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-6710-8188>; *e-mail*: kalininIlya@mail.ru

Поступила в редакцию / Received: 26.06.24.

Поступила после рецензирования / Revised: 20.09.24.

Принята к печати / Accepted: 24.09.24.

DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-5-40-49



ОБУЧЕНИЕ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ: ПОДХОДЫ И ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ

Н. Ю. Королева¹ ✉¹ Мурманский арктический университет, г. Мурманск, Россия

✉ koroleva.nu@yandex.ru

Аннотация

В статье представлен опыт обучения студентов — будущих учителей применению на уроках по разным предметам школьной программы технологий дополненной реальности (augmented reality, AR).

Анализ двух основных подходов к созданию дополненной реальности (маркерного и безмаркерного), AR-приложений для мобильных устройств, программных решений для создания AR-контента, а также накопленного педагогами-исследователями опыта по применению AR-технологий в образовательном процессе позволил сделать выводы о том, какие методологические приемы изучения теоретических подходов к определению понятия «дополненная реальность» и технологии реализации дополненной реальности целесообразно использовать в образовательной практике.

В результате была предложена методика, включающая два блока обучения будущих учителей-предметников использованию технологий дополненной реальности в будущей профессиональной деятельности в процессе преподавания учебных предметов, согласно двум реализациям AR-технологий: маркерной на основе использования отечественной программной платформы ARGUMENT и безмаркерной, предполагающей применение готовых AR-приложений, имеющихся на рынке программного обеспечения. Данную методику можно использовать не только в образовательной практике со студентами, но и в работе со школьниками в условиях профильного обучения информатике.

Разработанная методика была апробирована в Мурманском арктическом университете в рамках профессиональной подготовки бакалавров по направлению «Педагогическое образование» в процессе преподавания дисциплины «Технологии цифрового образования», а также в ходе учебной (проектно-технологической) практики студентов.

Предлагаемые варианты обучения применению технологий дополненной реальности в преподавании учебных предметов в школе могут быть включены в программы профессиональной подготовки студентов, обучающихся по направлению «Педагогическое образование», а также использоваться в дополнительном профессиональном педагогическом образовании при работе с учителями-предметниками на курсах переподготовки и повышения квалификации для развития методических знаний и умений педагогов по предложенной проблематике.

Ключевые слова: дополненная реальность, AR, технологии маркерной дополненной реальности, технологии безмаркерной дополненной реальности, технологии пространственной дополненной реальности, профессиональная подготовка педагогов.

Для цитирования:

Королева Н. Ю. Обучение будущих учителей использованию технологий дополненной реальности: подходы и опыт реализации. *Информатика и образование*. 2024;39(5):40–49. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-5-40-49.

THE TRAINING OF FUTURE TEACHERS TO USE AUGMENTED REALITY TECHNOLOGIES: APPROACHES AND IMPLEMENTATION EXPERIENCE

N. Yu. Koroleva¹ ✉¹ Murmansk Arctic University, Murmansk, Russia

✉ koroleva.nu@yandex.ru

Abstract

The article presents the experience of teaching students — future teachers to use augmented reality (AR) technologies in lessons on various subjects of the school curriculum.

The analysis of two main approaches to the creation of augmented reality (marker-based and markerless), AR applications for mobile devices, software solutions for creating AR content, as well as the experience accumulated by teachers-researchers in the use of AR technologies in the educational process allowed us to draw conclusions about what methodological techniques for studying theoretical approaches to defining the concept of “augmented reality” and technologies for implementing augmented reality are appropriate to use in educational practice.

© Королева Н. Ю., 2024

As a result, a methodology was proposed that includes two blocks of training future subject teachers to use augmented reality technologies in their future professional activities in the process of teaching academic subjects, according to two implementations of AR technologies: marker-based AR based on the use of the domestic software platform ARGUMENT and markerless AR, involving the use of ready-made AR applications available on the software market. This methodology can be used not only in educational practice with students, but also in working with schoolchildren in the context of specialized informatics training.

The developed methodology was tested at Murmansk Arctic University as part of the professional training of bachelors in the field of “Pedagogical education” in the process of teaching the discipline “Digital education technologies”, as well as during the educational (project-technological) practice of students.

The proposed training options for the use of augmented reality technologies in teaching academic subjects at school can be included in the programs of professional training of students studying in the field of “Pedagogical education”, and also used in additional professional pedagogical education when working with subject teachers in retraining and advanced training courses to develop methodological knowledge and skills of teachers on the proposed issues.

Keywords: augmented reality, AR, marker-based augmented reality technologies, marker-based AR, markerless augmented reality technologies, markerless AR, professional training of teachers.

For citation:

Koroleva N. Yu. The training of future teachers to use augmented reality technologies: Approaches and implementation experience. *Informatics and Education*. 2024;39(5):40–49. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-5-40-49.

1. Введение. Дополненная реальность как современный тренд образования

В современном мире цифровые технологии проникают во все сферы жизнедеятельности человека, в том числе в систему образования. Актуальной задачей становится разработка новых методов обучения с интеграцией их в социально-образовательную среду, где новые цифровые средства, технологии и информационно-образовательные системы применяются как для обучения, так и для управления образовательными процессами [1].

Среди таких новых средств и технологий можно выделить *виртуальную реальность* (англ. virtual reality, VR), понятие которой, а также значимость, опыт и перспективы использования на разных уровнях образования достаточно широко в контексте генезиса развития самого термина были описаны нами в работе [2]. Опираясь на собственный опыт [3, 4], мы можем с уверенностью говорить о том, что среди современных средств цифровой дидактики средствам и технологиям виртуальной реальности принадлежит особая роль — они *мотивируют обучаемых к освоению новых знаний, увеличивают их вовлеченность в процесс обучения, тем самым повышая результативность этого процесса*.

В данном контексте необходимо обратить пристальное внимание и на средства и технологии *дополненной реальности*, которые в настоящее время активно используются в повседневной жизни и — что сегодня уже очевидно — представляют перспективный инструментарий для повышения эффективности учебного процесса, причем не только в профессиональной подготовке специалистов разных областей, но и в преподавании различных предметов на уровне общего образования. И, безусловно, современные учителя должны быть подготовлены к такой деятельности.

Термин «дополненная реальность» (англ. augmented reality, AR) был предложен в 1990 году американским ученым Томасом П. Коделлом (Thomas P. Caudell), который ранее работал в компании Boeing и занимался усовершенствованием шлемов для пилотов, исследуя возможности создания нашлемной

индикации полета самолета в различных условиях. AR-технологии позволяют реализовывать наложение объектов виртуального мира на мир реальный в поле восприятия человека. Используя технические устройства — смартфоны, планшеты — со специальными AR-приложениями, пользователь получает программно созданную для него в реальном времени некоторую среду, дополняющую физический мир цифровыми данными, среду, в которой виртуальные объекты проецируются на реальное окружение человека [5, 6].

2. Маркерная и безмаркерная технологии дополненной реальности

Дополненная реальность изменяет восприятие человеком окружающего реального мира и взаимодействие с ним, которое опосредуется различными аппаратно-программными решениями. Различают две основные технологии создания дополненной реальности — маркерную (англ. marker-based augmented reality) и безмаркерную (пространственную) (англ. markerless augmented reality).

2.1. Маркерная технология дополненной реальности

В дополненной реальности, создаваемой на основе маркеров, для работы технологии AR требуется маркер — как правило, это плоское изображение, QR-код, логотип и т. д., хотя маркерами могут быть и объемные объекты. Маркер выступает в качестве опорной точки для системы дополненной реальности, позволяя ей определять место размещения цифрового контента и привязывать цифровой контент к реальному миру. При создании маркерной дополненной реальности камера устройства (смартфона, планшета) отслеживает определенный маркер, и, когда он попадает в поле зрения камеры, с помощью специального программного обеспечения на него накладывается цифровой контент, который может быть представлен в разном виде: текст, изображение, аудио, видео, анимация, 3D-модель, презентация, интерактивная кнопка и т. д. Качество работы технологий маркерной дополненной реальности во многом определяется

маркерами и их расположением — пользователь должен убедиться, что маркер правильно расположен в поле зрения камеры устройства.

AR-технологии на основе маркеров хорошо подходят для приложений, в которых пользователи могут контролировать размещение маркеров. Маркерная дополненная реальность часто используется в интерактивных играх и образовательных инструментах (рис. 1), поскольку пользователь может «удерживать» маркер, чтобы активировать определенные взаимодействия AR.

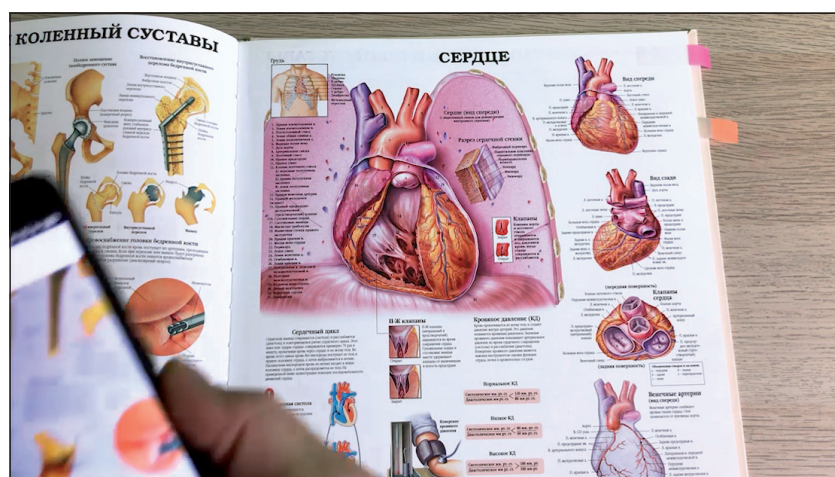
На российском рынке уже существуют программные решения, которые позволяют управлять содержанием дополненной реальности — создавать, актуализировать и демонстрировать AR-контент не в VR-очках, шлемах или гарнитурах, а с помощью привычных всем устройств — смартфонов и планшетов. Примерами таких решений могут служить российские сервисы для создания, редактирования

и просмотра контента дополненной реальности: zero-code платформа ARGUMENT (<https://argument.digital/edu/>), сервис ARviz (<https://arvis.top/>) и др.

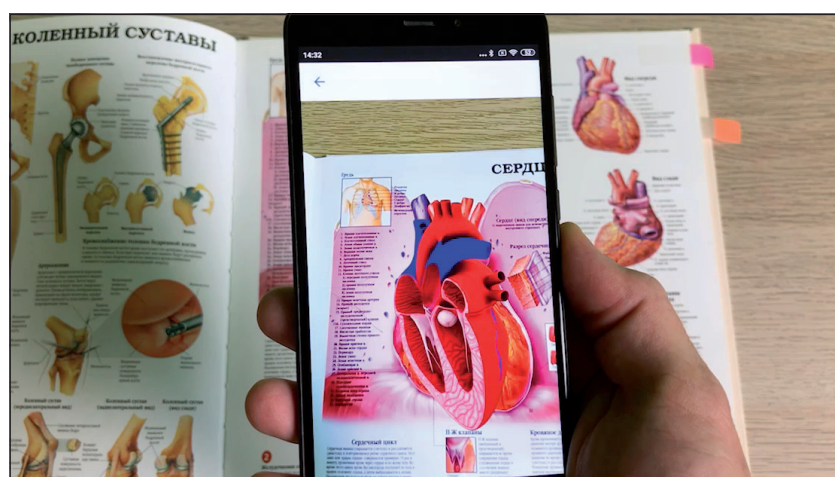
2.2. Безмаркерная (пространственная) технология дополненной реальности

В технологиях безмаркерной дополненной реальности, как следует из названия, цифровой контент накладывается на физический мир без определенных маркеров. Вместо маркеров пространственные AR-технологии используют компьютерное зрение, машинное обучение и другие сложные алгоритмы для обнаружения и отслеживания объектов или каких-то особенностей в реальном мире.

При реализации безмаркерной технологии создания дополненной реальности используется метод одновременной локализации объекта и построения карты. Окружение камеры распознается путем разложения изображения на геометрические при-



а



б

Рис. 1. Пример использования технологии маркерной дополненной реальности при изучении анатомии¹: а) маркер — изображение сердца в разрезе; б) цифровой учебный контент — анимация работы сердца

Fig. 1. An example of using marker-based AR in studying anatomy:

а) marker — a cross-sectional image of a heart; б) digital learning content — animation of the heart working

¹ Источник изображений — платформа ARGUMENT: <https://argument.digital/product/>

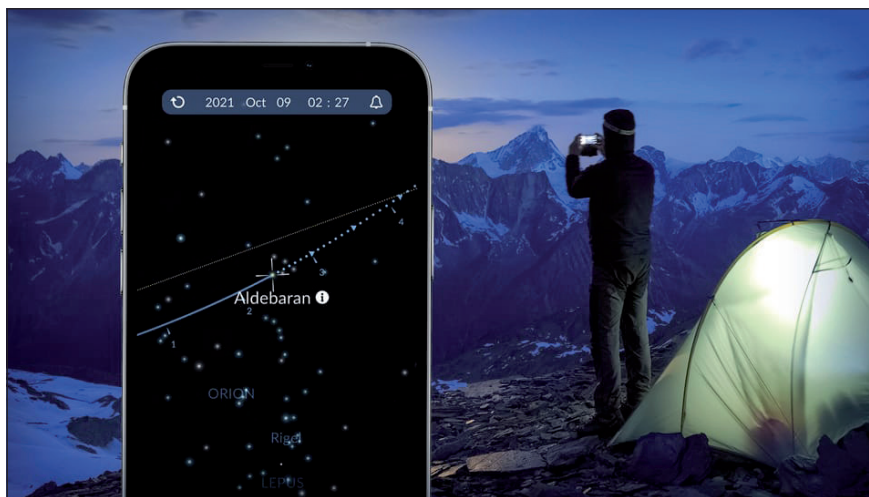


Рис. 2. Пример использования технологии безмаркерной дополненной реальности при изучении астрономии¹

Fig. 2. An example of using markerless AR in studying astronomy

митивы. Каждому отдельному примитиву система присваивает точку или множество точек, фиксируя их расположение на пространственных координатах последовательных кадров видеопотока.

Сейчас уже сложно сказать, в какой области деятельности человека не используются AR-технологии. В настоящее время они применяются в различных областях: авиации, медицине, строительстве, ремонте и обслуживании, культуре и искусстве и др. Например, при посещении музея, оснащенного AR-приложением без маркеров, приложение идентифицирует объекты и демонстрирует дополнительную информацию, делая изучение музейных экспонатов более увлекательным и познавательным. Широкое распространение безмаркерная технология получила в различных бизнес-процессах, особенно в торговых сетях, когда, например, покупателю предоставляется возможность изучить приобретаемый товар, не выходя из дома. Еще пример AR-приложений без маркеров — это навигационные приложения, которые накладывают направления на реальные улицы. Также сегодня широко применяются инструменты дизайна интерьера — используя смартфон/планшет и специальное приложение, пользователь может посмотреть, как предмет мебели или декора будет располагаться в его квартире, найти ему достойное место.

Пространственная AR-технология весьма полезна в образовании (рис. 2) и вызывает у обучаемых неподдельный интерес к изучению объектов, пусть и виртуальных, но имеющих место в их реальном мире. С помощью AR-приложения объект изучения может быть наложен на реальный мир и расположен прямо в учебной аудитории, а обучаемые видят его посредством смартфона или планшета.

На рынке программного обеспечения в настоящее время представлены различные AR-приложения,

в том числе образовательные: Solar Walk Lite, Solar System AR, «Онлайн-школа. Наука в AR», Stellarium, Sky Tonight, Star Walk 2 и др.

3. Обзор литературы

Как и все новые явления в жизни человека, феномен дополненной реальности широко обсуждается в научно-методической литературе — как в нашей стране, так и за рубежом. При этом понятие «дополненная реальность», как правило, рассматривается с опорой на технологическую точку зрения, а его социальный аспект отодвигается на задний план. Хотя следует отметить, что обсуждение дополненной реальности учеными-исследователями ведется с разных позиций, в том числе и с позиции социологических наук. Еще в 2013 году эксперт по этике науки и техники, ныне исполнительный директор Глобальной инициативы IEEE по этике автономных и интеллектуальных систем (The IEEE Global Initiative on Ethics of Autonomous and Intelligent Systems) Джон К. Хейвенс (John C. Havens) пришел к выводу о том, что дополненная реальность — это достаточно рациональный способ взаимодействия людей с данными цифрового мира, но, как и все новые феномены, он может как принести пользу в жизнь социума, так и привести человечество к культурному конфликту². Что касается более современных исследований феномена дополненной реальности, то следует отметить, что в них в основном уделяется внимание положительным аспектам применения AR-технологий, а негативные последствия активного использования этих технологий, в том числе в образовательном процессе, пока еще, как правило, остаются за кадром. Однако очевидно, что с расширением применения технологий дополненной

¹ Источник изображения — официальный сайт AR-приложения Sky Tonight: <https://vitotechnology.com/apps/sky-tonight>

² Havens J. C. The impending social consequences of augmented reality. *Mashable*. February 8, 2013. <https://mashable.com/archive/augmented-reality-future>

реальности в сфере образования будет появляться все больше психолого-педагогических исследований по данной проблематике.

Достоинство использования технологии дополненной реальности в образовательной сфере, по мнению П. С. Бажиной, А. А. Куприенко [7], В. В. Гриншкуна, Г. А. Красновой [8], состоит в повышении интереса учащихся к обучению, углублении их вовлеченности в учебный предмет, росте их стремления к освоению новейших цифровых технологий.

В работах А. В. Гриншкуна в соавторстве с И. В. Левченко [9], а также с М. С. Перевозчиковой, Е. В. Разовой, И. Ю. Хлобыстовой [10] подчеркивается, что AR-технологии дополняют процесс обучения, делают организацию учебных заданий более эффективной, снижают риск аварийных ситуаций и угроз для здоровья во время обучения.

Применение технологий дополненной реальности в образовании направлено на улучшение механизмов организации образовательного пространства, разработку дополнительных визуальных элементов для более наглядного представления обучающимся учебного материала и стимулирования их познавательной активности через более глубокое взаимодействие между человеком и мобильным устройством. Особенности организации обучения с применением AR-технологий анализируются в научных исследованиях, направленных на изучение проблем, возникающих при использовании технологий виртуальной и дополненной реальности в образовательном процессе.

О. П. Жигалова, А. В. Толстопятков в своей статье [11] выделяют противоречия, связанные с внедрением в процесс обучения технологий дополненной реальности (дефицит отечественных научных исследований в сфере использования AR-технологий и рост числа приложений с элементами дополненной реальности; отсутствие процессуальных и оценочных механизмов по использованию AR-технологий в образовательной сфере и активное использование этих технологий в досуговом и образовательном секторах; отсутствие механизмов прогнозирования результатов использования AR-технологий в образовательной сфере и формирование запроса на подготовку учащихся к проектированию приложений с элементами дополненной реальности), и указывают на причины, которые препятствуют широкому внедрению технологий дополненной реальности в образовательную сферу, а также формулируют основные направления научно-педагогических исследований, необходимых для разрешения указанных противоречий.

В работе И. В. Григорьевой, Р. С. Федченко [12] обосновывается актуальность применения в современном образовательном процессе технологий виртуальной и дополненной реальности и указываются основные методические, дидактические и технические проблемы, которые могут возникнуть в образовательной организации при внедрении данных технологий.

Ю. А. Кравченко, А. А. Лежебоков, С. В. Пащенко [13], а также И. И. Полевода с соавторами [14] обращают внимание на создание прототипов учебных заданий в условиях применения технологий дополненной реальности в общем и профессиональном образовании как в России, так и в других странах.

А. И. Азевич посвятил свою статью [15] выявлению дидактического потенциала и анализу дидактической роли VR- и AR-технологий.

Исследования по оценке эффективности применения технологий дополненной реальности в образовательном процессе активно проводятся учеными разных стран. Например, в 2020/2021 учебном году в Турции было проведено исследование, направленное на выявление эффективности применения AR-технологий в обучении школьников [16]. Оно показало, что ученики из группы, в которой в обучении использовалось AR-приложение, продемонстрировали существенно лучшие результаты, чем учащиеся из группы, обучение в которой проводилось по традиционной методике.

Индустриальное и технологическое развитие науки и общества всегда находит свое отражение в содержании обучения, причем на разных уровнях образования — как в общем образовании [17], так и в высшем [18]. Это можно сказать и об использовании технологий дополненной реальности, которые сегодня все активнее применяются преподавателями в образовательном процессе вузов. Так, в работе И. И. Полеводы с соавторами [14] представлен достаточно глубокий анализ опыта использования технологий виртуальной и дополненной реальности в образовательных учреждениях высшего образования, на основании которого AR-технологии отмечены как актуальный тренд профессиональной подготовки специалистов в различных областях (спасателей, архитекторов, программистов, медиков и др.) в России и за рубежом.

Внедрение технологий виртуальной и дополненной реальности в российских учебных заведениях началось в 2015 году. В настоящее время в достаточном количестве публикаций описывается уже накопившийся опыт, в том числе в области профессиональной подготовки специалистов различных областей. В статье Г. В. Семеновой [19] можно прочитать об опыте применения отдельных программных решений дополненной реальности на различных ступенях образовательного процесса. Д. А. Шабалина и соавторы в работе [20] описывают опыт использования AR-технологий в обучении специалистов в области культуры. В статье А. В. Соснило, М. Я. Креера, В. В. Петровой [21] представлен опыт применения VR- и AR-технологий в процессе профессиональной подготовки кадров в области менеджмента и образования. А. Д. Козлова, Н. П. Ходакова в своей работе [22] рассматривают варианты использования VR-технологий в дополнительном образовании.

Внедрение технологий виртуальной и дополненной реальности в образовательный процесс требует от педагогического сообщества пересмотра образовательных стандартов, программ обучения

специалистов различных направлений подготовки, а также содержания отдельных дисциплин профессиональной подготовки, особенно в части эффективного использования цифровых и интеллектуальных технологий и платформ в различных областях профессиональной деятельности [23].

Несмотря на то что в отечественной педагогической науке вопросы применения в обучении дополненной реальности рассматриваются уже более десяти лет, в практике образовательного процесса в школе AR-технологии используются еще не очень активно. Это обусловлено такими факторами, как небольшое количество приложений по школьным учебным предметам на российском рынке программного обеспечения и отсутствие у учителей-предметников должной подготовки в области применения технологий дополненной реальности.

4. Опыт реализации методики обучения будущих учителей применению AR-технологий в образовательном процессе

Обучение будущих учителей использованию в профессиональной деятельности технологий дополненной реальности реализовано нами в виде учебного модуля «Технологии дополненной реальности в образовательном процессе» в рамках дисциплины «Технологии цифрового образования», читаемой для всех студентов, обучающихся по направлению «Педагогическое образование» в Мурманском арктическом университете. Далее мы приведем краткое описание подходов к организации обучения и результатов нашей практической деятельности.

Учебный модуль «Технологии дополненной реальности в образовательном процессе» состоит из двух блоков:

- 1) «Технологии маркерной дополненной реальности»;
- 2) «Технологии безмаркерной (пространственной) дополненной реальности».

4.1. Блок 1 «Технологии маркерной дополненной реальности»

Для применения в образовательном процессе технологии маркерной дополненной реальности педагогу при подготовке к уроку необходимо:

- 1) подобрать учебный контент по теме (предмету);
- 2) создать соответствующие выбранному контенту маркеры;
- 3) установить связки «маркер—контент».

Учебный контент может включать различную информацию: поясняющую (например: как работает тот или иной прибор, для чего он предназначен и т. п.), дополнительную (углубленные сведения по изучаемой теме) и др. Контент может быть представлен обучающимся в разных видах: документ, графика, презентация, аудио, видео и др.

Безусловно, учитель должен иметь компетенции, необходимые для выполнения такой подготовительной работы. Помимо владения знаниями и умениями

в области обработки разных видов информации с использованием различных цифровых инструментов педагог должен уметь отбирать содержание учебного материала по предмету в соответствии с учебными целями, а также использовать наиболее эффективный способ его цифрового воплощения.

Для подготовки будущих учителей к такой работе мы предлагаем использовать уже упомянутую выше отечественную платформу ARGUMENT (<https://argument.digital/edu/>), которая позволяет создавать, редактировать и просматривать контент дополненной реальности. Следует отметить, что использование этой платформы платное. Разработчики платформы изначально ориентировались на применение дополненной реальности в бизнес-процессах, но в настоящее время активно сотрудничают с образовательными организациями.

Платформа ARGUMENT предоставляет пользователям два программных инструмента: редактор ARGUMENT Studio и мобильное приложение ARGUMENT.

Онлайн-редактор ARGUMENT Studio позволяет совмещать изображения и цифровой контент. Созданный пользователями контент (а точнее, связки «маркер—контент») в дальнейшем хранится на сервере платформы, к нему можно обратиться, используя мобильное приложение ARGUMENT, установленное на смартфон или планшет.

Пользователям предоставляется возможность создания маркеров нескольких типов: потоковое видео, меню, изображение, презентация, галерея, а также кнопок — чат, электронная книга, текст, вебинар, аудио, соцсеть, опрос, контакт, курс, интернет-ссылка, видео, фотография, документ. Разработчиками платформы ARGUMENT представлена достаточно подробная презентация, описывающая технологии работы по созданию маркеров различного типа.

Для работы с редактором ARGUMENT Studio каждый пользователь, в нашем случае студент, должен быть зарегистрирован на платформе преподавателем, имеющим право добавлять пользователей-редакторов. Чтобы иметь возможность дальнейшего просмотра маркеров и контента — как своих, так и созданных другими пользователями, — студенту необходимо установить на смартфон бесплатное мобильное AR-приложение ARGUMENT.

Каждый пользователь имеет возможность создавать тематические проекты, включающие различные типы маркеров.

В общем случае технология создания маркерной дополненной реальности на платформе ARGUMENT подразумевает следующие этапы работы:

- 1) Регистрация на платформе.
- 2) Подготовка контента, который будет «скрываться» за маркером и отображаться при просмотре через камеру смартфона/планшета с установленным приложением.
- 3) Работа на платформе по созданию проекта, содержащего связки «маркер—контент» различных типов.

- 4) Установка на смартфон мобильного приложения ARGUMENT.
- 5) Копирование с платформы ARGUMENT маркера доступа к проекту и самостоятельно созданных маркеров, а также их размещение в информационном пространстве (например, вывод на экран компьютера или печать на бумажный носитель).
- 6) Просмотр через мобильное приложение маркера проекта и контента других маркеров.

Обучение будущих учителей возможностям применения технологий дополненной реальности в образовательном процессе состоит из двух этапов: подготовительного и основного.

Подготовительный этап включает следующие шаги:

- 1) Получение у преподавателя учетных данных для работы на платформе ARGUMENT.
- 2) Изучение инструкции по созданию маркеров и актуализации контента дополненной реальности на платформе ARGUMENT¹.
- 3) Выбор темы для разработки самостоятельного проекта по тому или иному предмету школьной программы в процессе выполнения лабораторной работы по дисциплине.
- 4) Подбор тематических цифровых образовательных ресурсов в сети Интернет (или разработка собственных) согласно изученным ранее возможностям платформы (см. п. 2) для дальнейшего использования при реализации самостоятельного проекта.
- 5) Установка на смартфон мобильного приложения ARGUMENT.

На основном этапе студенты выполняют лабораторную работу, краткое описание которой приведено ниже. (Для знакомства студентов с тем, каким должен быть примерный результат их работы, преподаватель заранее создает демонстрационный проект.)

Лабораторная работа

«Знакомство с сервисом ARGUMENT»

1. Просмотрите демонстрационный файл, в котором приведены примеры маркеров разных типов и содержащийся в них контент. Для просмотра работы маркеров, созданных в демонстрационном проекте:
 - откройте мобильное AR-приложение ARGUMENT;
 - отсканируйте маркер общего доступа к демонстрационному проекту;
 - сканируйте маркеры, представленные в файле, и просматривайте их контент.
2. Повторно просмотрите инструкции по созданию маркеров на платформе ARGUMENT.

¹ Подробная инструкция по созданию и актуализации контента дополненной реальности в сервисе ARGUMENT: https://argument.digital/product/editor_instruction.pdf. Инструкция для пользователя мобильного приложения ARGUMENT: https://argument.digital/product/end_user_manual.pdf

3. Создайте проект на выбранную тему, включающий 10 маркеров разных типов и содержащий различные типы информационного учебного контента:

- 3.1. Зайдите на платформу ARGUMENT под своей учетной записью.
- 3.2. Создайте свой проект — кнопка «+AR-проект».
- 3.3. Заполните необходимые поля проекта:
 - «Новый проект» — это название вашего проекта.
 - «Введите описание проекта» — это краткое описание вашего проекта.
- 3.4. Обратите внимание: маркер общего доступа к проекту программно генерируется на платформе автоматически.
- 3.5. Используя заранее подготовленные цифровые образовательные ресурсы, добавьте в создаваемый проект 10 маркеров следующих типов:
 - из группы «Маркеры»: потоковое видео, меню, изображение, презентация, галерея;
 - из группы «Кнопки»: аудио, опрос, контакт и два на ваш выбор.

4. Для отчета создайте текстовый документ, в котором разместите все созданные маркеры, составляющие проект.

Требования к оформлению файла отчета:

- ориентация листа: альбомная;
- нижний колонтитул: «Подготовлено: Фамилия Имя Отчество»;
- первая строка: название проекта;
- вторая строка: маркер общего доступа к вашему проекту;
- основное содержание документа должно быть оформлено в виде таблицы (табл. 1).

Важно! Маркеры для таблицы должны быть скопированы из проекта на платформе ARGUMENT. В противном случае преподаватель и другие пользователи не смогут проверить их функциональность.

Таблица 1 / Table 1

Отчет студента о выполнении заданий блока «Технологии маркерной дополненной реальности»

Student report on completing tasks in the unit "Marker-based augmented reality technologies"

№ п/п	Вид маркера (контент/кнопка)	Тип маркера	Маркер для просмотра	Краткое описание контента
1	Контент	Потоковое видео	Скопированный с платформы маркер	Видеоролик о нашем институте
2				
...				
N				

5. Сохраните документ в двух указанных ниже форматах и отправьте отчет преподавателю о выполнении лабораторной работы:

- в формате .doc/.docx/.odt — на случай необходимости вносить корректировки;
- в формате .pdf — для отправки на проверку.

В конце занятия преподаватель и студенты группы знакомятся с тематическими проектами, созданными в ходе выполнения лабораторной работы. Этот этап занятия всегда вызывает у студентов большой интерес, они активно осуждают созданные однокурсниками проекты, что в том числе позволяет преподавателю оценить эффективность выбора студентами типов маркеров для достижения той или иной учебной цели.

4.2. Блок 2 «Технологии безмаркерной (пространственной) дополненной реальности»

Второй блок модуля «Технологии дополненной реальности в образовательном процессе» направлен на разработку студентами сценариев использования AR-приложений на уроках по различным предметам школьной программы.

Для успешного использования в образовательном процессе технологий безмаркерной дополненной реальности, т. е. использования AR-приложения на уроке по учебному предмету, учитель должен решить ряд задач, основные из которых следующие:

- 1) изучить рынок AR-приложений и выбрать приложение, в наибольшей мере соответствующее поставленным учебным целям;
- 2) изучить возможности, функционал и ограничения использования выбранного приложения;
- 3) провести консультации для учащихся по работе с выбранным приложением;
- 4) разработать сценарии уроков (фрагментов уроков), используя возможности AR-приложения для создания учебного материала.

В содержание учебного блока «Технологии безмаркерной (пространственной) дополненной реальности» перечисленные задачи были включены в качестве заданий для будущего учителя-предметника.

В таблице 2 представлен пример отчета студента о выполнении заданий блока.

Таблица 2 / Table 2

Отчет студента о выполнении заданий блока

«Технологии безмаркерной (пространственной) дополненной реальности»

Student report on completing tasks in the unit "Markerless augmented reality technologies"

Общие сведения о проекте: <i>Класс:</i> 10. <i>Предмет:</i> Астрономия. <i>Тема:</i> Звездное небо.		
№ п/п	Содержание задания	Решение
1	Изучение рынка AR-приложений. Выбор приложения, соответствующего учебным целям	Есть два вида AR-приложений по астрономии: 1) <i>приложения для наблюдения Солнечной системы</i> (Solar Walk Lite, Solar System AR, «Онлайн-школа. Наука в AR» (раздел «Астрономия»)) позволяют изучать планеты Солнечной системы; 2) <i>приложения для наблюдения звездного неба</i> (Stellarium, Sky Tonight, Star Walk 2) служат для визуализации звезд и дают возможность наблюдать небесную сферу.
2	Изучение возможностей, функционала и ограничений использования выбранного приложения	AR-приложение Sky Tonight позволяет взглянуть на звездное небо с перспективы наблюдателя, что соответствует учебной цели — знакомство школьников с понятиями «небесная сфера», «горизонт», «ось мира», «небесный экватор». Приложение работает на русском языке.
3	Консультации для учащихся по использованию приложения	После изучения на уроке основных понятий темы «Звездное небо» следует дать учащимся дополнительное домашнее задание: установить AR-приложение Sky Tonight на свой смартфон и познакомиться с ним. Для отдельных учащихся провести консультацию после уроков.
4	Разработка сценариев уроков (фрагментов уроков)	На следующем уроке на этапе актуализации знаний учащимся могут быть предложены задания и вопросы , ответы на которые ученики должны дать, используя AR-приложение Sky Tonight. Примеры заданий и вопросов: 1) Найти эклиптику Солнца и назвать ее обозначение. 2) Находится ли сейчас Солнце в зоне видимости? 3) Находится ли сейчас Луна в зоне видимости? 4) В какое время Солнце будет видимо на небе и его можно будет наблюдать в данный период года? 5) В какое время Луна будет видима на небе и ее можно будет наблюдать в данный период года?

5. Заключение

Как показал опыт реализации предложенных выше учебных материалов в образовательном процессе ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет», использование цифровых программных инструментов для создания дополненной реальности не вызывает у студентов особых затруднений. Если же у будущих учителей возникают проблемы с освоением модуля «Технологии дополненной реальности в образовательном процессе», то эти проблемы, как правило, двух видов:

- связанные с педагогической составляющей — это, в частности, проблемы отбора информации для учебного контента. Очевидно, что данный отбор должен выполняться студентом с опорой на знания непосредственно самой предметной области;
- связанные с разработкой методики применения как учебного контента, так и AR-приложений в рамках предметного урока. Разработка сценариев уроков (фрагментов уроков) строится на знании методических приемов, подходов, методов, характерных для отдельных учебных предметов, и этих знаний у студентов может быть недостаточно.

Очевидно, что решение данных проблем связано с совершенствованием соответствующих умений у будущих учителей, что достигается в рамках методических дисциплин предметной подготовки.

Опыт обучения будущих учителей-предметников применению AR-технологий в преподавании различных школьных дисциплин показал, что предложенные студентам в рамках модуля «Технологии дополненной реальности в образовательном процессе» задания вызвали у будущих педагогов неподдельный интерес и желание сделать процесс обучения современных школьников более интересным, насыщенным, отвечающим их информационным потребностям и использующим современные цифровые решения.

Полученный нами в процессе реализации методики обучения будущих учителей опыт позволяет говорить о том, что умение использовать обе технологии дополненной реальности (в виде учебного контента и в виде AR-приложений) будет востребовано не только будущими, но и уже практикующими учителями, желающими повысить уровень своей методической подготовки.

Список источников / References

1. Karakozov S. D., Ryzhova N. I. Information and education systems in the context of digitalization of education. *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*. 2019;12(9):1635–1647. EDN: BUDCDL. DOI: 10.17516/1997-1370-0485.
 2. Каракозов С. Д., Рыжова Н. И., Королева Н. Ю. Виртуальная реальность: генезис понятия и тенденции использования в образовании. *Информатика и образование*. 2020;(10(319)):6–16. EDN: FIFZAY. DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-10-6-16.
- [Karakozov S. D., Ryzhova N. I., Koroleva N. Yu. Virtual reality: The genesis of the concept and trends of use in edu-

cation. *Informatics and Education*. 2020;(10(319)):6–16. (In Russian.) EDN: FIFZAY. DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-10-6-16.]

3. Королева Н. Ю., Рыжова Н. И. Виртуальная среда обучения предмету как интерпретация методической системы обучения в условиях ИКТ-насыщенной образовательной среды. *Мир науки, культуры, образования*. 2009;(2(14)):196–199. EDN: KYWOWR.

[Koroleva N. Y., Ryzhova N. I. Virtual environment in subject teaching as interpretation of methodological training system in ICT-rich learning environment. *The World of Science, Culture and Education*. 2009;(2(14)):196–199. (In Russian.) EDN: KYWOWR.]

4. Karakozov S., Smotryaeva K., Litvinenko M., Ryzhova N., Koroleva N. Complex network models used to make decisions on optimizing regional education systems. *CEUR Workshop Proceedings. Proc. 4th Int. Conf. of Informatization of Education and E-Learning Methodology: Digital Technologies in Education (IEELM-DTE 2020)*. 2020;2770:28–33. EDN: EYWKXG. Available at: <http://ceur-ws.org/Vol-2770/paper4.pdf>

5. Папагианнис Х. Дополненная реальность. Все, что вы хотели узнать о технологии будущего. М.: Бомбора; 2019. 288 с.

[Papagiannis H. Augmented reality. Everything you wanted to know about the technology of the future. Moscow, Bompura; 2019. 288 p. (In Russian.)]

6. Makhat A. Bo., Akhayeve Zh. B., Alzhanov A. K. Augmented reality in the life of a modern person. *Bulletin of the M. Kozybaev NKU*. 2021;(2(51)):51–58. EDN: TNKODI. DOI: 10.54596/2309-6977-2021-2-51-58.

7. Бажина П. С., Купrienko А. А. Опыт применения технологии дополненной реальности в образовании. *Мир науки, культуры, образования*. 2018;(3(70)):244–246. EDN: XUNESD.

[Bazhina P. S., Kuprienko A. A. The experience of applying the technology of augmented reality in education. *The World of Science, Culture and Education*. 2018;(3(70)):244–246. (In Russian.) EDN: XUNESD.]

8. Гриншкун В. В., Краснова Г. А. Новое образование для новых информационных и технологических революций. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования*. 2017;14(2):131–139. EDN: ZEWECE. DOI: 10.22363/2312-8631-2017-14-2-131-139.

[Grinshkun V. V., Krasnova G. A. New education for new information and technological revolutions. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2017;14(2):131–139. (In Russian.) EDN: ZEWECE. DOI: 10.22363/2312-8631-2017-14-2-131-139.]

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

[Grinshkun A. V., Levchenko I. V. Possible approaches to the development and using of visual means of teaching informatics with the application of the technology of augmented reality at the secondary school. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2017;14(3):267–272. (In Russian.) EDN: ZHRCRL. DOI: 10.22363/2312-8631-2017-14-3-267-272.]

10. Grinshkun A. V., Perevozchikova M. S., Razova E. V., Khlobystova I. Yu. Using methods and means of the augmented reality technology when training future teachers of digital school. *European Journal of Contemporary Education*. 2021;10(2):358–374. EDN: BOEJDM. DOI: 10.13187/ejced.2021.2.358.

11. Жугалова О. П., Толстомятов А. В. Использование технологии дополненной реальности в образова-

тельной сфере. *Балтийский гуманитарный журнал*. 2019;8(2(27)):43–46. EDN: CCZPQB. DOI: 10.26140/bgз3-2019-0802-0009.

[Zhigalova O. P., Tolstopyatov A. V. The use of augmented reality technology in educational sphere. *Baltic Humanitarian Journal*. 2019;8(2(27)):43–46. (In Russian.) EDN: CCZPQB. DOI: 10.26140/bgз3-2019-0802-0009.]

12. Григорьева И. В., Федченко Р. С. Применение технологий виртуальной реальности (VR) и дополненной реальности (AR) в образовании (обзор литературы). *Russian Journal of Education and Psychology*. 2023;14(2-2):24–30. EDN: RPGNTQ. DOI: 10.12731/2658-4034-2023-14-2-24-30.

[Grigoreva I. V., Fedchenko R. S. Application of technological virtual reality (VR) and augmented reality (AR) in education (review literature). *Russian Journal of Education and Psychology*. 2023;14(2-2):24–30. (In Russian.) EDN: RPGNTQ. DOI: 10.12731/2658-4034-2023-14-2-24-30.]

13. Кравченко Ю. А., Лежебоков А. А., Пащенко С. В. Особенности использования технологии дополненной реальности для поддержки образовательных процессов. *Открытое образование*. 2014;3(104):49–54. EDN: SEXKUJ.

[Kravchenko Yu. A., Lezhebokov A. A., Pashenko S. V. Features of using augmented reality technology to support educational processes. *Open Education*. 2014;3(104):49–54. (In Russian.) EDN: SEXKUJ.]

14. Полевода И. И., Иванецкий А. Г., Миканович А. С., Пастухов С. М., Грачулин А. В., Рябцев В. Н., Навроцкий О. Д., Лихоманов А. О., Винярский Г. В., Гусаров И. С. Технологии виртуальной и дополненной реальности в образовательном процессе. *Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси*. 2022;6(1):119–142. EDN: FVSVOO. DOI: 10.33408/2519-237X.2022.6-1.119.

[Palevoda I. I., Ivanitskiy A. G., Mikanovich A. S., Pastukhov S. M., Grachulin A. V., Ryabtsev V. N., Navrotsky O. D., Likhomanov A. O., Vinyarskiy G. V., Gusarov I. S. Virtual and augmented reality technologies in the educational process. *Journal of Civil Protection*. 2022;6(1):119–142. (In Russian.) EDN: FVSVOO. DOI: 10.33408/2519-237X.2022.6-1.119.]

15. Азевич А. И. Дидактический потенциал технологий виртуальной реальности и дополненной виртуальности. *Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования*. 2022;(2(60)):7–17. EDN: HGWLCD. DOI: 10.25688/2072-9014.2022.60.2.01.

[Azevich A. I. Didactic potential of virtual reality and augmented virtuality technologies. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*. 2022;(2(60)):7–17. (In Russian.) EDN: HGWLCD. DOI: 10.25688/2072-9014.2022.60.2.01.]

16. Baba A., Zorlu Y., Zorlu F. Investigation of the effectiveness of augmented reality and modeling-based teaching in “Solar System and Eclipses” unit. *International Journal of Contemporary Education Research*. 2022;9(2):283–298. DOI: 0.33200/ijcer.1040095.

17. Босова Л. Л., Самылкина Н. Н. Современная информатика: от робототехники до искусственного интеллекта. *Информатика в школе*. 2018;(8(141)):2–5. EDN: VLQFRH. DOI: 10.32517/2221-1993-2018-17-8-2-5.

[Bosova L. L., Samylkina N. N. Modern informatics: From robotics to artificial intelligence. *Informatics in School*.

2018;(8(141)):2–5. (In Russian.) EDN: VLQFRH. DOI: 10.32517/2221-1993-2018-17-8-2-5.]

18. Beshenkov S. A., Mindzaeva E. V., Rizhova N. I., Shutikova M. I. Educational standards in the social digitalization context. *Contemporary Challenges in Education: Digitalization, Methodology, and Management*. IGI Global Scientific Publishing; 2023:27–44. DOI: 10.4018/979-8-3693-1826-3.ch004.

19. Семенова Г. В. Опыт применения технологий дополненной и виртуальной реальности в образовательном процессе. *Известия Тульского государственного университета. Педагогика*. 2022;(1):57–63. EDN: FUZFPH.

[Semenova G. V. Analysis of the experience of using augmented and virtual reality technologies in the education system in Russia. *News of the Tula State University. Pedagogics*. 2022;(1):57–63. (In Russian.) EDN: FUZFPH.]

20. Shabalina D. A., Soboleva E. V., Shilova Z. V., Gavrilovskaya N. V., Snezhko V. L. The usage of augmented reality technology tools as an important condition for the training of specialists in the field of culture. *Perspectives of Science and Education*. 2023;(1(161)):537–553. EDN: RPETWJ. DOI: 10.32744/pse.2023.1.32.

21. Sosnitskiy A. V., Kreer M. Y., Petrova V. V. AR/VR technologies in management and education. *Upravlenie*. 2021;9(2):114–124. EDN: MZAZGA. DOI: 10.26425/2309-3633-2021-9-2-114-124.

22. Козлова А. Д., Ходакова Н. П. Перспективы технологий виртуальной и дополненной реальности в дополнительном образовании. *Научно-методический электронный журнал «Калининградский вестник образования»*. 2022;(4(16)):55–63. EDN: MYGFCA.

[Kozlova A. D., Khodakova N. P. Perspectives of VR and AR technologies in the additional education. *Scientific and Methodological Online Journal “Kaliningradskiy Vestnik Obrazovaniya”*. 2022;(4(16)):55–63. (In Russian.) EDN: MYGFCA.]

23. Nowakowski S., Bernard G. From digital humanities to a renewed approach to digital learning and teaching. *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*. 2019;12(9):1682–1693. EDN: DTZJXG. DOI: 10.17516/1997-1370-0486.

Информация об авторе

Королева Наталья Юрьевна, канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры информационных технологий, Институт интеллектуальных систем и цифровых технологий, Мурманский арктический университет, г. Мурманск, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2232-8632>; e-mail: koroleva.nu@yandex.ru

Information about the author

Natalya Yu. Koroleva, Candidate of Sciences (Education), Docent, Associate Professor at the Information Technologies Department, Intelligent Systems and Digital Technologies Institute, Murmansk Arctic University, Murmansk, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2232-8632>; e-mail: koroleva.nu@yandex.ru

Поступила в редакцию / Received: 09.07.24.

Поступила после рецензирования / Revised: 06.09.24.

Принята к печати / Accepted: 10.09.24.

DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-5-50-62



НЕЙРООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОГРАММНЫЙ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ СЕРВИС КАК ИНСТРУМЕНТ ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Т. В. Букина¹, М. В. Храмова¹, С. А. Куркин¹, Д. А. Андриков^{2,3}, С. С. Гоман⁴, А. Е. Дедков⁵, А. Е. Храмов¹ ✉

¹ Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, Калининград, Россия

² Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет), г. Москва, Россия

³ «Инкултех», г. Москва, Россия

⁴ Лицей № 23, Калининград, Россия

⁵ Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия

✉ hramovae@gmail.com

Аннотация

Проблема недостаточного когнитивного развития школьников может быть решена через организацию персонализированной внеучебной деятельности с помощью рекомендательного сервиса, созданного с опорой на нейронаучные исследования и современные знания о работе мозга. Основой для составления персонализированного списка рекомендуемых видов внеучебной деятельности становятся данные, полученные с помощью технологии нейровизуализации в процессе тестирования когнитивных и личностных характеристик учащегося, вкупе с информацией о его интересах и предпочтениях. Регулярное тестирование, проводимое каждые три–шесть месяцев, позволяет определить эффективность выбранных видов деятельности и скорректировать образовательный маршрут. Предполагается, что регулярное использование рекомендательного сервиса позволит стимулировать развитие когнитивных функций ребенка, тем самым способствуя повышению его академической успеваемости.

В статье представлены схема и принципы работы сервиса в целом, а также его оценивающего и рекомендательного модулей. Определены возможности применения рекомендательного сервиса в образовательном процессе, приведено описание практической реализации.

Предлагаемый сервис может быть полезен всем участникам образовательного процесса: классным руководителям, методистам, тьюторам, родителям и учащимся. Педагоги смогут индивидуализировать подход к каждому ученику, используя сервис в качестве дополнительного источника информации о структурном и функциональном развитии ребенка. Родителям рекомендательный сервис поможет лучше понять сильные и слабые стороны своих детей, а также отслеживать результативность включения той или иной деятельности в их образовательный маршрут. Ученикам станут доступны персонализированные рекомендации по развивающим внеучебным активностям.

Ключевые слова: персонализация, цифровое образование, образовательный маршрут, внеучебная деятельность, когнитивное развитие, нейронаука, нейровизуализация, рекомендательный сервис.

Для цитирования:

Букина Т. В., Храмова М. В., Куркин С. А., Андриков Д. А., Гоман С. С., Дедков А. Е., Храмов А. Е. Нейрообразовательный программный рекомендательный сервис как инструмент персонализации образовательного процесса. *Информатика и образование*. 2024;39(5):50–62. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-5-50-62.

NEUROEDUCATIONAL SOFTWARE RECOMMENDATIONAL SERVICE AS A TOOL FOR PERSONALIZING THE EDUCATIONAL PROCESS

T. V. Bukina¹, M. V. Khranova¹, S. A. Kurkin¹, D. A. Andrikov^{2,3}, S. S. Goman⁴, A. E. Dedkov⁵, A. E. Hramov¹ ✉

¹ Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

² Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

³ Inschooltech, Moscow, Russia

⁴ Lyceum No 23, Kaliningrad, Russia

⁵ Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

✉ hramovae@gmail.com

© Букина Т. В., Храмова М. В., Куркин С. А., Андриков Д. А., Гоман С. С., Дедков А. Е., Храмов А. Е., 2024

Abstract

The problem of insufficient cognitive development in schoolchildren can be solved through the organization of personalized extracurricular activities with the help of a recommendation service based on neuroscientific research and modern knowledge of brain function. The basis for compiling a personalized list of extracurricular activities is data obtained through neuroimaging technology in the process of testing the cognitive and personality characteristics of the student combined with information about their interests and preferences. Regular testing, conducted every three to six months, helps to determine the effectiveness of the chosen activities and to adjust the educational route. It is assumed that regular use of the recommendation service will stimulate the development of child's cognitive functions, thus contributing to the improvement of his/her academic performance.

The article presents the scheme and principles of the service as a whole, as well as its evaluation and recommendation modules. The possibilities of the recommendation service application in the educational process are defined. A description of the practical realization of the recommendation service is given.

The proposed service can be useful for individual participants of the educational process: class teachers, methodologists, tutors, parents, and students. Teachers will be able to individualize the approach to each student using the service as an additional source of information about the structural and functional development of the child. For parents, the service will help to better understand the strengths and weaknesses of their children as well as to track the effectiveness of including a particular activity in their educational route. Students will have access to personalized recommendations for developing extracurricular activities.

Keywords: personalization, digital education, educational route, extracurricular activities, cognitive development, neuroscience, neuroimaging, recommendation service.

For citation:

Bukina T. V., Khramova M. V., Kurkin S. A., Andrikov D. A., Goman S. S., Dedkov A. E., Hramov A. E. Neuroeducational software recommendational service as a tool for personalizing the educational process. *Informatics and Education*. 2024;39(5):50–62. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-5-50-62.

1. Введение

Современное образование сталкивается с множеством вызовов, связанных с быстрыми социально-экономическими и технологическими изменениями. Традиционные подходы к обучению и воспитанию, основанные на единой программе для всех учеников, все чаще подвергаются критике за то, что не позволяют учитывать индивидуальные различия, уникальные потребности и интересы учащихся, а также разный темп обучения. В условиях глобализации и цифровизации, когда информация становится все более доступной, а требования к навыкам и знаниям все нарастают, необходимость в трансформации образования становится все более очевидной. На наших глазах образовательная парадигма радикально меняется: от обеспечения гарантированного массового образования к его индивидуализации и персонализации, причем с повышением требований к качеству результатов [1]. Сегодняшние школьники стремятся к выражению своей индивидуальности, нуждаются в поддержке в этом отношении и стараются выстроить оптимальный для себя образовательный маршрут (с помощью дополнительных онлайн-курсов, обучающих приложений, онлайн-лекций, образовательного текстового и видеоконтента, кружков, секций и т. д.). Привычный субъект-объектный подход в образовании все чаще сменяется на субъект-субъектный, в котором учитель перестает быть транслятором знаний и становится наставником: он направляет учащегося в учебном процессе, учит учиться самостоятельно и ориентироваться в новой знаниевой среде.

Важной особенностью такого процесса становится персонализация, позволяющая выстроить образовательный маршрут, фокусируясь на интересах и склонностях школьника [2, 3]. Персонализация образования направлена на формирование компетенций конкретного ученика, закрепляет его роль как субъекта образования. Она предполагает, во-первых, адаптацию содержания и организации учебной дея-

тельности с учетом индивидуальных особенностей каждого учащегося, а во-вторых, его активное участие в планировании собственного образовательного маршрута на основе личных интересов и жизненных целей [4].

Для создания персонализированного образовательного маршрута необходимо ответить на два вопроса:

- 1) По каким принципам и критериям оценивать влияние сформированного маршрута на конкретного ребенка?
- 2) На каких индивидуальных особенностях учащегося стоит сфокусировать внимание?

В рамках гуманистической педагогики ответы на них можно искать, например, в теории периодизации развития ребенка Д. Б. Эльконина [5], основанной на идеях Л. С. Выготского [6] и А. Н. Леонтьева [7], или в теории мышления В. В. Давыдова [8]. Однако различия учеников в уровнях готовности к обучению, в их мотивации и отношении к образовательному процессу (позитивное или негативное) указывают на необходимость сформировать новый подход, который при построении персонализированного образовательного маршрута дает возможность учитывать больше объективно зафиксированных и проанализированных особенностей (показателей) ребенка.

Активная цифровизация образования позволяет получить инструмент для упрощения процесса персонализации. Согласно идеям А. Ю. Уварова и Г. М. Водопьяна, представленным в статье «О двух индикаторах процесса цифрового обновления школы» [4], при персонализированной организации обучения у учителей появляются особые функции:

- ведение профилей учеников;
- составление индивидуальных траекторий образовательной деятельности;
- проведение формирующего оценивания;
- создание гибкой образовательной среды.

Все эти функции можно реализовать в электронной среде, облегчив тем самым работу педагога.

Подобные готовые решения уже активно используются в онлайн-обучении (образовательные платформы, курсы), однако часто опираются лишь на сведения об успешности выполнения тех заданий, которые подбираются самой системой в рамках конкретных курсов, имеющих в наличии [9].

Однако такой подход имеет свои ограничения: **успешность обучения зависит среди прочего от индивидуальных особенностей развития ребенка (личностных и когнитивных)**, которые в этом случае не учитываются и не оцениваются. Более эффективным решением может стать увеличение объема объективных и измеримых данных. Одним из способов получения таких данных является использование нейротехнологий [2].

В последние годы научное сообщество проявляет все больший интерес к междисциплинарным исследованиям в области, которая изучает влияние когнитивного развития на процесс обучения [10]. Эту новую научную область называют по-разному: нейропедагогика, образовательная нейронаука (англ. Educational Neuroscience), нейрообразование (англ. Neuroeducation), нейродидактика (англ. Neurodidactics) и др. [11, 12]. Ученые активно обсуждают пути развития и возможные изменения в этой сфере: одни критикуют доминирующую роль нейронауки в этом междисциплинарном взаимодействии, а также использование нейронаучных данных, которые педагогам сложно интерпретировать [13, 14]. Другие ученые выделяют важные преимущества внедрения нейронауки в образование, поскольку нейронаука [10, 15]:

- предоставляет больше возможностей для персонализации образования;
- помогает выявлять различия в развитии когнитивных функций, влияющих на образовательные результаты;
- на основе показателей, получаемых при исследовании мозга, предсказывает эффективность процесса обучения точнее, чем поведенческие метрики.

Предполагается, что активное внедрение положений нейронауки в организацию учебного процесса, в технологии и методы обучения будет способствовать в первую очередь смещению фокуса процесса обучения от академических знаний к всестороннему развитию человека [11], а использование идей и технологий нейронауки в образовании позволит улучшить качество образовательного процесса, трансформировать его в соответствии с представлениями о том, как учащиеся учатся и как обучение влияет на мозг [16].

Нейронаука в образовании позволяет расширить понимание внутренних процессов, предшествующих обучению и научению, с опорой на известные принципы развития и функционирования мозга. Э. Ф. Зеер в статье «Нейродидактика — инновационный тренд персонализированного образования» [17] сформулировал положения, которые обосновывают нейрообразовательную концепцию персонализации

образовательной деятельности. Среди них ключевыми для нашего сервиса являются следующие:

- «обучающийся выступает субъектом персонализированной учебной деятельности»;
- «смыслообразующая установка учения — актуализация познавательных (когнитивных) функций обучающихся».

В настоящее время активно изучается проблема влияния уровня развития определенных когнитивных функций на эффективность обучения [18, 19]. В качестве методов развития когнитивных функций в нейронаучных исследованиях часто рассматривается использование различных видов внеучебной деятельности и хобби: счет на абаке [20, 21], занятия карате [22] и др. Универсальность и возможность кастомизации внеучебных занятий в соответствии с потребностями и интересами учащегося являются ключевыми факторами, расширяющими влияние на образовательный процесс внеучебной деятельности, ориентированной на развитие личностных и метапредметных результатов учащихся. Дополнительное образование предоставляет обширные возможности для становления личности, поскольку создает социальное пространство, благотворно влияющее на формирование индивидуальности ребенка в ситуации успеха в интересующей его деятельности [1].

Неинвазивно исследовать активность головного мозга позволяет нейровизуализация, которая в наглядной форме демонстрирует особенности его структуры и функционирования. С помощью методов нейровизуализации исследуются такие вопросы, как:

- измерение когнитивных способностей [23];
- поиск взаимосвязей между уровнем их развития и успехами в обучении [24, 25];
- возрастная периодизация [26] и т. д.

В настоящее время происходит становление новой образовательной парадигмы [27]: встраивание в ряд классических акторов образования новых участников — систем, базирующихся на основе искусственного интеллекта (ИИ). Процесс интеграции ИИ в образование воплощается в создании различных инструментов, в том числе:

- чат-ботов, объединяющих разнообразные функции (от теоретического тестирования по выбранному предмету до помощи в практике говорения на иностранном языке) [28, 29];
- сервисов для анализа поведения участников образовательного процесса и оценки качества проведенного занятия¹;
- цифровых ассистентов, направленных на поддержку самоорганизации обучения студентов [30], и т. д.

¹ Например, «Ассистент преподавателя» — ИИ-сервис, созданный Академической лабораторией СберОбразования, который автоматически переводит аудиозапись урока в текст, анализирует ее и предоставляет детальные отчеты по разным характеристикам (распределение времени на уроке, использование приемов общения, скорость речи преподавателя и пр.). Подробнее см.: <https://edu-assist.me/#analysis>

Нам представляется перспективным построение такого цифрового ассистента (помощника), в основе работы которого лежат нейронаучные знания. Сегодня на пути между педагогом и актуальным нейронаучным знанием, освоение которого требует усилий и времени, появляется помощник — консультант. Одним из воплощений такого консультанта-нейропедагога может стать специалист, изучающий педагогику, психологию и нейронауку отдельно и в совокупности, который будет помогать учителям лучше понимать нейропедагогические особенности процесса обучения детей, а также разрабатывать и корректировать образовательные программы [31]. Однако возможности консультанта в оценке особенностей обучения и развития учеников ограничены. Кроме того, время, необходимое для обработки результатов каждого ученика, может быть значительным. **Таким образом, формируется запрос на создание цифрового сервиса, который объединит в себе особые функции учителя в рамках персонализированного образования, описанные выше, и нейронаучные данные о мозге и особенностях его развития.**

Поскольку персонализированный подход в образовании влияет не только на процесс обучения, но и на воспитание личности, формирование у ребенка мотивации к образовательной деятельности, то нейронаучные данные о когнитивном развитии позволяют сформировать интегративный портрет обучающегося, включающий в себя как его поведенческие характеристики, так и особенности работы его мозга в ситуациях когнитивной деятельности.

Таким образом, необходимой и крайне важной является разработка технической системы поддержки педагога, которая объединяет в себе, во-первых, персонализированный образовательный подход, позволяющий сформировать индивидуальную образовательную траекторию ученика, и, во-вторых, управление внеучебной деятельностью, направленной на развитие личностных и когнитивных характеристик учащегося и продемонстрировавшей в экспериментах высокую эффективность в отношении этого развития.

Целью статьи является разработка и описание схемы и принципов работы рекомендательного сервиса для персонализации образовательных траекторий обучающихся.

2. Рекомендательный сервис, построенный на принципах нейрообразования

2.1. Схема и принципы работы сервиса

Практической реализацией описанного выше подхода является рекомендательный сервис [32, 33], разработанный для корректировки образовательного процесса. Его интерфейс позволяет отслеживать активность головного мозга с помощью специализированных устройств нейровизуализации (в данном случае — электроэнцефалографа, регистрирующего данные активности головного мозга при решении когнитивных задач в виде электроэнцефалограммы (ЭЭГ)) [23, 34].

Схема работы сервиса изображена на рисунке 1.

Работа с сервисом организуется перед началом учебного года. На этом этапе проводится первичное нейроисследование учеников с использованием технологии ЭЭГ: нейроинтерфейс сервиса фиксирует активность головного мозга детей в момент выполнения ими специализированных когнитивных заданий. Собранные данные отправляются в рекомендательный сервис для дальнейшей обработки и анализа.

Сервис включает в себя два основных модуля: оценивающий и рекомендательный.

2.1.1. Оценивающий модуль сервиса

Оценивающий модуль направлен на анализ выполнения заданий и отслеживание уровня развития когнитивных функций, которые тесно связаны с повседневной познавательной активностью обучающихся. **К анализируемым когнитивным функциям относятся:**

- визуальный поиск (умение быстро находить нужную визуальную информацию);
- рабочая память (способность временно хранить и обрабатывать ограниченный объем данных, необходимый для решения текущей задачи);
- ментальная арифметика (способность проводить арифметические операции, считать в уме);
- способность комбинировать все эти функции (это важно при решении любой сложной когнитивной задачи, которая может включать в себя разные аспекты перечисленных функций).

Модуль оценивает каждую функцию по следующим параметрам:

- по нейрофизиологическим показателям с помощью информации, полученной от нейроинтерфейса (оцениваемые параметры — уровень усталости и уровень неустойчивости внимания);
- по поведенческим характеристикам (оцениваемые параметры — процент ошибок и среднее время ответа).

Когнитивные функции оцениваются по совокупности параметров: если значение хотя бы двух любых из них выше нормы, необходимо обратить внимание на соответствующую функцию и рассмотреть возможные рекомендации по ее развитию (рис. 2).

Оценивающий модуль, проанализировав совокупную информацию по ученику, может сформировать его образовательный портрет, который отражает сильные и слабые стороны учащегося, развитые и недостаточно сформированные когнитивные функции.

Подробное описание дизайна нейроисследования учеников, а также принципы работы оценивающего модуля и описание использованных методов анализа указанных параметров приведены в нашей работе «Open-loop neuroadaptive system for enhancing student's cognitive abilities in learning» [32].

2.1.2. Рекомендательный модуль сервиса

Рекомендательный модуль сервиса отвечает за формирование рекомендаций, направленных на корректировку менее развитых функций (рис. 3).

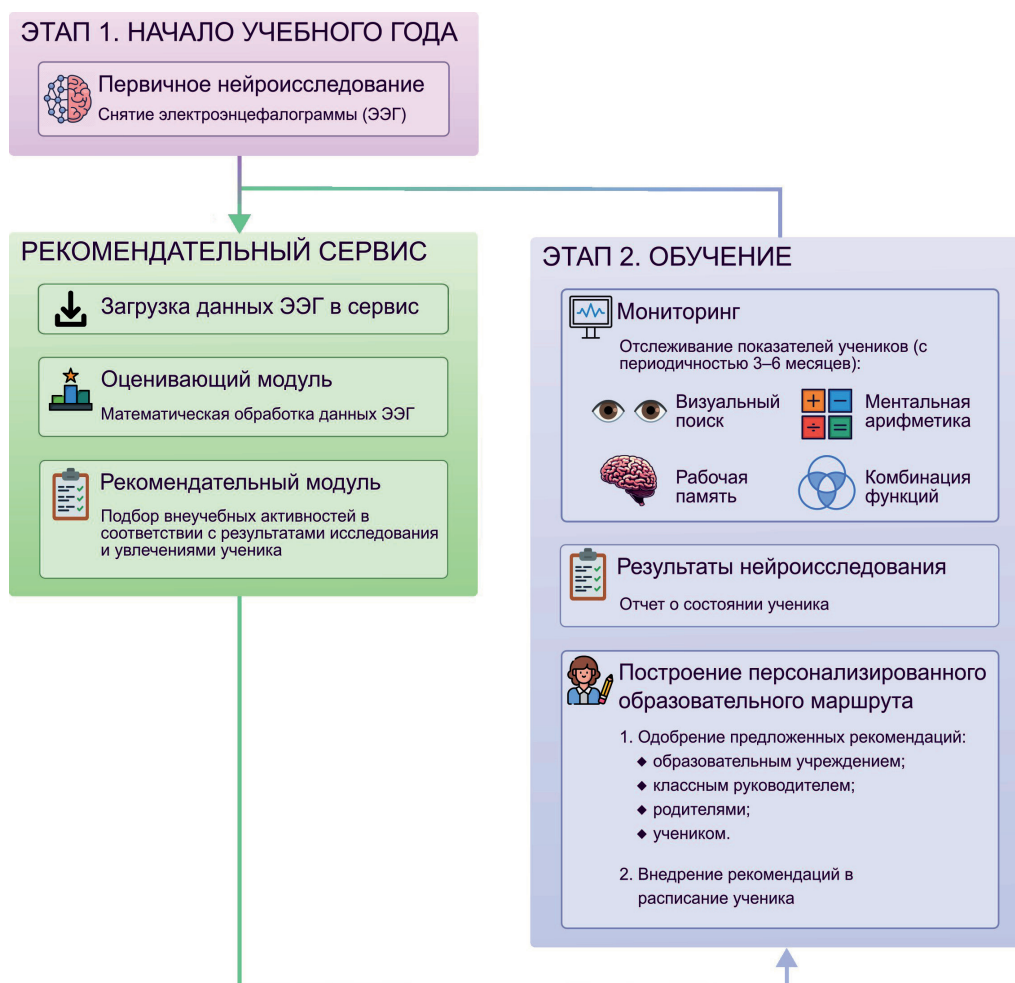


Рис. 1. Схема работы рекомендательного сервиса, построенного на принципах нейрообразования
Fig. 1. The operating scheme of the recommendational service based on the principles of neuroeducation

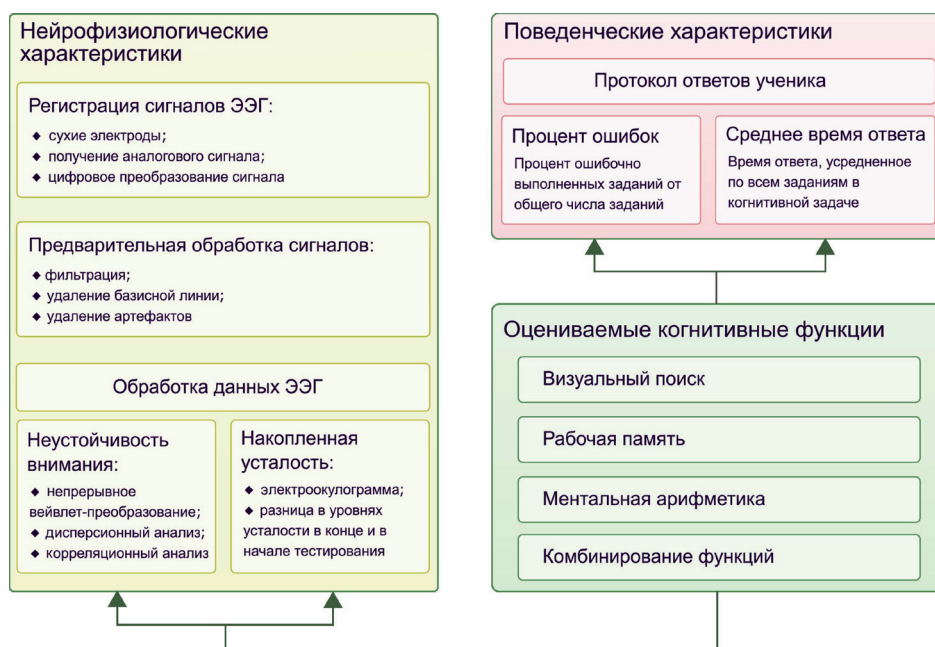


Рис. 2. Принцип работы оценивающего модуля
Fig. 2. The principle of operation of the evaluation module

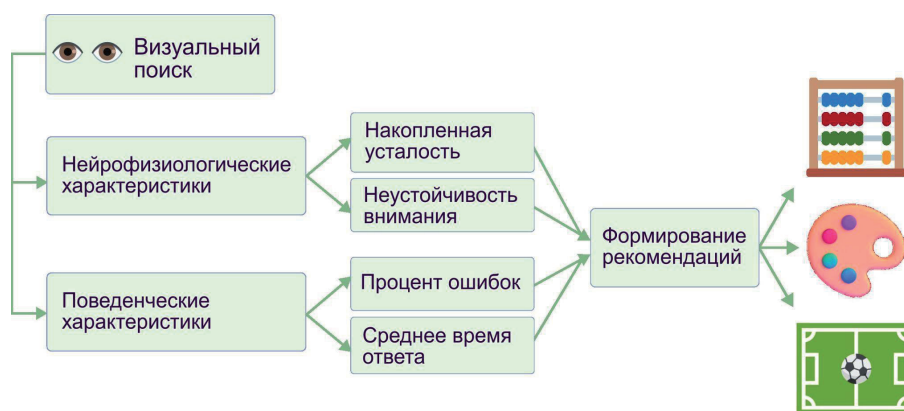


Рис. 3. Принцип работы рекомендательного модуля на примере функции визуального поиска

Fig. 3. The principle of operation of the recommendation module on the example of the visual search function

Чтобы оценить уровень развития когнитивных функций, данные каждого ученика сравнивают с граничными значениями, полученными в процессе исследования группы обучающихся. Обращаем внимание, что различия в уровнях развития тех или иных когнитивных функций мы не связываем с негативными коннотациями: такие различия являются естественными особенностями каждого конкретного ребенка. **Основываясь на анализе данных об ученике, полученных с помощью электроэнцефалографа на этапе оценки, рекомендательный модуль предлагает варианты изменения образовательного плана с учетом индивидуальных интересов ребенка.**

Концепция рекомендательного модуля сервиса заключается в том, что его рекомендации направлены на корректировку когнитивных показателей ученика через внеучебную деятельность. Подобный подход позволяет создать универсальную систему, которая подходит для детей с разными способностями, относящихся к разным возрастным группам, без привязки к конкретным образовательным результатам. При этом сервис остается персонализированным и учитывает личностные предпочтения ребенка в отношении предлагаемых внеучебных мероприятий. **Ключевую роль в подборе рекомендаций играют данные нейровизуализации, показывающие уровень сформированности соответствующих когнитивных функций.** Рекомендации подбираются таким образом, чтобы нормализовать, а в дальнейшем, возможно, и повысить уровень развития когнитивных функций.

Решение об окончательном одобрении предложенных рекомендаций для конкретного ученика принимается оператором сервиса (классным руководителем, тьютором, иным ответственным педагогическим работником) по совокупности факторов. Рекомендации включаются в маршрут ученика, если:

- в школе имеются необходимые ресурсы (помещение, оборудование, преподаватели) либо администрация школы имеет возможности и готова предоставить перечисленное (либо

если родители (законные представители) согласны взять на себя обязательства и расходы по проведению занятий дополнительного образования);

- получено согласие всех участников образовательного процесса (классного руководителя, родителей (законных представителей ученика), самого ученика).

Рекомендации распределяются согласно присвоенным тегам. Теги указывают на уровень интереса школьника к конкретной деятельности, а также способность школы ее организовать. *Теги интереса* присваиваются на основе опроса, в котором учащийся указывает наиболее привлекательные для себя направления деятельности. *Теги доступности* присваивает администратор сервиса (ответственный сотрудник образовательного учреждения), который анализирует возможности школы (или родителей, законных представителей) по реализации конкретной активности. Например, если в школе есть бассейн, у активности «Занятия плаванием» будет соответствующий тег — «Возможность реализации в пределах школы», а если ученик любит плавать — появится тег «Привлекательная активность». Наиболее привлекательные и легко реализуемые виды деятельности приводятся в начале списка рекомендаций. Это повышает наглядность сервиса и упрощает процесс выбора подходящих вариантов.

Для работы сервиса необходимо наличие определенного рекомендательного базиса. Рекомендации формируются на основе проведенного нами анализа научных исследований, в которых изучался вопрос развития когнитивных функций с помощью внеучебной активности. Мы проанализировали около 5 тысяч статей, опубликованных за период с 2003 года по 2024 год, где рассматривались вопросы влияния различных активностей на когнитивное развитие. Поиск проводился в международных и отечественных базах данных по модели PRISMA [35, 36] с помощью определенного набора ключевых слов. С учетом заданных критериев в ходе анализа были отобраны 35 методик, данные которых и вошли

в разработанный сервис: например, рассматривалось положительное влияние обучения счету на абаке [21] или игре на музыкальных инструментах [37] на рабочую память и ментальную арифметику. Более подробные результаты данного анализа будут опубликованы позднее.

Нейроисследования учащихся проводятся каждые 3–6 месяцев. На основании изменений в оценках характеристик когнитивных функций после очередной итерации делается вывод о необходимости повторной корректировки плана внеучебной деятельности.

2.2. Возможности применения рекомендательного сервиса в образовательном процессе

После создания и наполнения сервиса возникает ряд вопросов: как лучше, результативнее и разумнее внедрить его в повседневную практику? Как смогут взаимодействовать с ним участники образовательного процесса — педагоги, родители (законные представители) учеников и сами обучающиеся? И какую пользу каждый из них сможет из него извлечь?

Новшества в образовании воспринимаются с трудом как общественностью, так и профессиональным сообществом. Родители часто требуют учить детей традиционными методами и по старым, проверенным учебникам, считая, что так будет лучше. Мы позволим себе провести аналогию с медициной, где новые технологии также встречали сопротивление как со стороны пациентов, так и врачей. Врачу для оценки состояния пациента необходимы данные лабораторных анализов (не всегда можно понять, что происходит с человеком, только по его жалобам или при внешнем осмотре). Аналогична ситуация в области образования: достоверные данные о когнитивном развитии ребенка играют важную роль при построении эффективного персонализированного образовательного маршрута. В медицине разрабатываются системы поддержки принятия решений, предлагающие варианты диагнозов или лечения, но только врач принимает окончательное решение, опираясь на свои знания и предложения системы [10]. Мы полагаем, что со временем рекомендательный сервис в руках педагога также станет привычным и понятным инструментом. *Классному руководителю* подобный сервис позволит отслеживать изменения в когнитивном развитии его подопечных. Он может стать эквивалентом системы поддержки принятия педагогических решений: опираясь на полученные от него данные, педагог будет формировать индивидуальное расписание внеучебной деятельности для своих учеников в соответствии с предложенными рекомендациями, руководствуясь также педагогическим опытом и результатами предыдущих итераций работы сервиса.

В 2008 году в России была законодательно закреплена должность тьютора [38]. Однако до сих пор поднимаются вопросы определения принципов и технологий его работы. В современной школе

с повышением интереса к персонализированному обучению от педагогов, классных руководителей и психологов могут потребоваться компетенции тьютора по индивидуальному сопровождению учеников, а также помощи при выборе образовательных маршрутов (консультирование и корректировка). Согласно теории тьюторского сопровождения, представленной в статье Т. М. Ковалевой, А. А. Терова, Э. В. Хачатрян и др. «Тьюторское сопровождение в современном образовании: от теории к практике» [39], тьютор в своей работе должен учитывать среди прочего особенности личности ученика. Одной из задач тьютора становится помощь ученику в определении его индивидуальных качеств: на какие из них тьютор может опереться в учебной деятельности, а какие еще только предстоит сформировать и развить [39].

Бедущим принципом педагогической антропологии является всестороннее изучение ребенка, подход к ученику как к целостному явлению, знания о котором интегрируются из различных отраслевых антропологий (физической, психологической, философской, культурной и т. д.). При этом содержание и методы обучения и воспитания должны соответствовать природе ребенка. Разработанный сервис может выполнять функцию дополнительного источника информации о структурном и функциональном развитии школьника, необходимой для реализации антропологического подхода [40, 41].

Для родителей значительный интерес представляет также потенциальная возможность отслеживать, как включение в учебный план той или иной внеучебной деятельности повлияло на когнитивное развитие ребенка. Важную роль здесь играет наличие измеримого результата.

Самому обучающемуся сервис может помочь в выборе хобби по его личным предпочтениям и показателям когнитивного развития, а также в целенаправленном развитии его способностей с опорой на научно обоснованные рекомендации.

Предполагаемые возможности рекомендательного сервиса показаны на рисунке 4.

Перед современной школой, согласно федеральным образовательным программам¹, стоит задача включения в образовательный процесс разнообразной внеурочной деятельности (до 10 часов в неделю), направленной на разностороннее развитие школьника. В соответствии с Концепцией развития дополни-

¹ Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18 мая 2023 года № 370 «Об утверждении федеральной образовательной программы основного общего образования» (с изм. 19.03.2024). <https://docs.cntd.ru/document/1301798826>; Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18 мая 2023 года № 372 «Об утверждении федеральной образовательной программы начального общего образования» (с изм. 19.03.2024). <https://docs.cntd.ru/document/1301798824>; Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18 мая 2023 года № 371 «Об утверждении федеральной образовательной программы среднего общего образования» (с изм. 19.03.2024). <https://docs.cntd.ru/document/1301798825>



Рис. 4. Возможности рекомендательного сервиса
Fig. 4. The capabilities of the recommendational service

тельного образования детей до 2030 года¹ в настоящее время в России почти 80 % школьников получают дополнительное образование. Чтобы сделать его доступным, в ряде регионов России внедряется система персонализированного учета и финансирования дополнительного образования школьников. Подобная система (с выдачей сертификатов на оплату занятий) введена и в Калининградской области, где проводилось экспериментальное исследование работы оценивающего модуля рекомендательного сервиса, а также планируется его тестовая реализация.

В Концепции также определены проблемные области, мешающие дальнейшему развитию и улучшению качества дополнительного образования, среди них:

- непродуктивное использование возможностей дополнительного образования в формировании у учащихся навыков, способствующих всестороннему развитию (эмоциональному, физическому, интеллектуальному, духовному);
- недостаточная эффективность дополнительного образования в профилактике и преодолении неуспешности в школе.

Одним из принципов дополнительного образования в Концепции заявлена его вариативность, подкрепленная запросами и интересами самих детей. На уровне администрации школы рекомендательный сервис позволяет обосновать выбор и распределение видов внеучебной деятельности.

По нашему мнению, термин «внеучебная деятельность» в рамках рассматриваемой системы гораздо точнее определяет деятельность, называемую в государственных стандартах «дополнительное образование» и «внеурочная деятельность». Персонализированный характер предлагаемых рекомендаций позволяет участникам образовательного процесса, как упоминалось выше, формировать план занятий ребенка в соответствии с его интересами и возмож-

ностями, не ограничиваясь стенами образовательного учреждения.

В силу специфики и результатов работы рекомендательного сервиса на текущем этапе своего развития он не принесет педагогу-предметнику много пользы. Однако в перспективе информация, полученная с помощью нейроинтерфейсов, позволит учителю подбирать образовательные технологии, влияющие на развитие когнитивных функций учащегося. Такой сценарий станет возможен только после значительного повышения нейронаучной грамотности педагогов и распространения нейродидактических знаний в педагогическом сообществе.

Таким образом, нейрообразование может позволить преподавателю опираться на нейронаучные данные при формировании вариативного персонализированного обучения и воспитания. При этом развитие нейротехнологий поможет применять их в отношении каждого ученика, учитывая разные стороны его развития, а разработанный рекомендательный сервис даст возможность организовать работу на разных уровнях структуры образовательной организации.

2.3. Практическая реализация рекомендательного сервиса

Рассмотрим структуру предлагаемого рекомендательного сервиса. В нем можно оперировать различными данными:

- информацией обо всех учащихся;
- информацией о некоторой группе учащихся;
- информацией о конкретном ученике.

Уровни доступа к информации различаются в зависимости от статуса пользователя:

- администрации школы доступна вся информация;
- классный руководитель оперирует данными, которые касаются его класса;
- родители могут знакомиться только с предложениями по видам внеучебной деятельности для своего ребенка.

На стартовом экране сервис представляет информацию обо всех проведенных исследованиях, а также совокупные данные показателей учеников (рис. 5).

¹ Распоряжение Правительства Российской Федерации № 678-р от 31 марта 2022 года «Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года». <http://static.government.ru/media/files/3fIgkklAJ2ENBbCFVEkA3cTOsiypicBo.pdf>

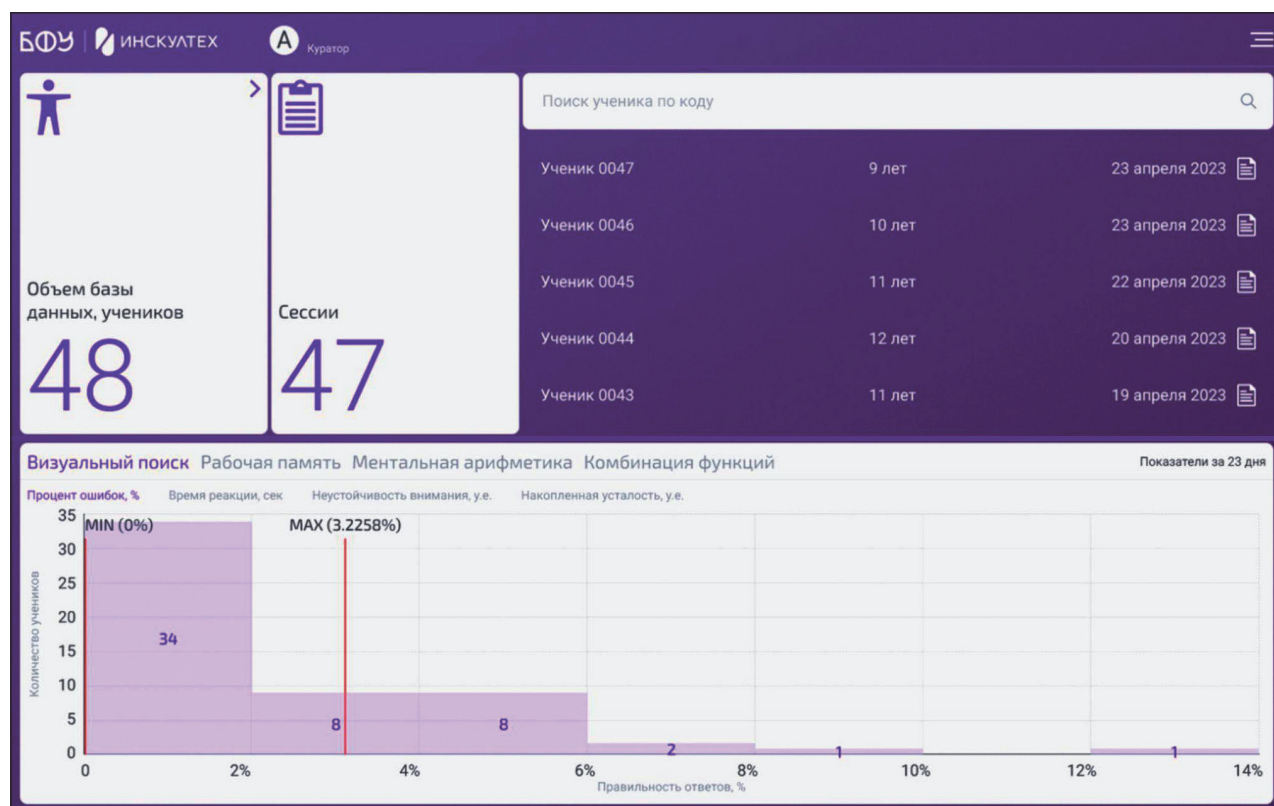


Рис. 5. Скриншот работы рекомендательного сервиса. Результаты исследований по всем ученикам

Fig. 5. Screenshot of the recommendational service operation. Research results for all pupils

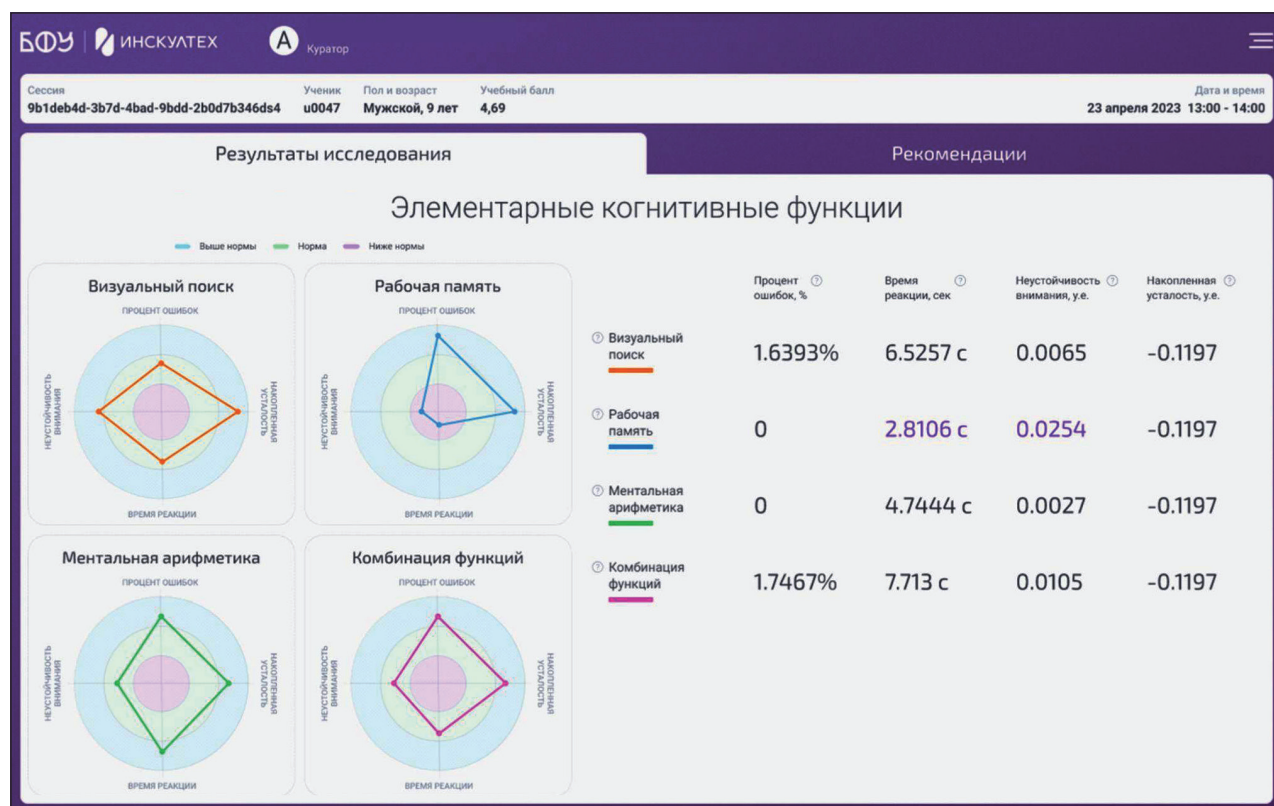


Рис. 6. Скриншот работы рекомендательного сервиса. Результаты исследования по конкретному ученику

Fig. 6. Screenshot of the recommendational service operation. Research results for a particular pupil

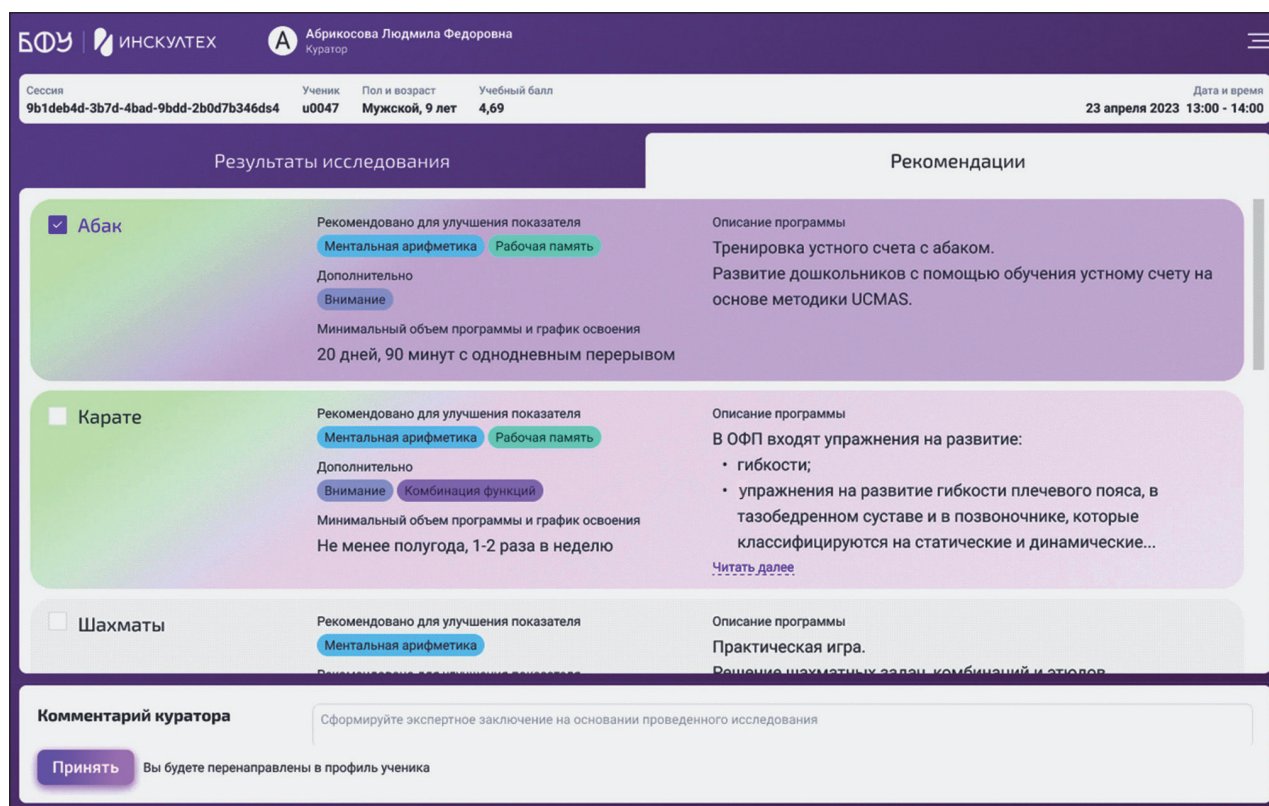


Рис. 7. Скриншот примера работы рекомендательного модуля сервиса
 Fig. 7. Screenshot of an operation example of the service's recommendation module

Объем отображаемой информации зависит от роли пользователя.

После загрузки файла с данными нейроисследования (запись данных ЭЭГ и тестирование проводятся квалифицированным специалистом с помощью отдельного ПО) **сервис выводит результаты анализа** (рис. 6). Информация представлена в наглядном графическом, а также числовом виде. Для каждой когнитивной функции отображаются значения ее поведенческих и нейрофизиологических характеристик.

На рисунке 7 представлен пример рекомендаций, с опорой на которые педагог и родители могут построить персональный образовательный маршрут ребенка с учетом совокупности факторов, описанных выше. При этом педагог может редактировать предложенные варианты. **После подтверждения выбранных рекомендаций они добавляются в индивидуальное расписание ученика:** на данном этапе происходит редактирование общешкольного расписания внеучебной деятельности.

3. Апробация рекомендательного сервиса

В рамках апробации нейрообразовательного программного рекомендательного сервиса были проведены два эксперимента.

Первый эксперимент проходил на базе лицея № 23 Калининграда и экспериментальной школы «Новый взгляд» г. Москвы с участием 60 школьни-

ков в двух возрастных категориях: 9–10 лет в III–IV классах и 11–12 лет в V классе. В ходе эксперимента согласно описанной выше схеме работы сервиса дети выполняли когнитивные задания, а устройства нейровизуализации (ЭЭГ) в то же время фиксировали сигналы головного мозга. Кроме нейрофизиологических, оценивались и поведенческие характеристики учеников. В результате были получены данные, которые позволили определить референсные значения развития когнитивных функций в исследуемых группах, а затем на их основе распределить учащихся по квартилям в соответствии с индивидуальным уровнем развития рассматриваемых функций. Подробная информация о разработке, ходе проведения и результатах эксперимента представлена в статье [32].

Второй эксперимент проводился в лицее № 23 Калининграда с участием 50 учеников VII класса (12–13 лет). Эксперимент был направлен на расширение базы данных и корректировку работы рекомендательного сервиса (в том числе на увеличение сложности когнитивных заданий, а также разнообразие методов их оценки) в соответствии с особенностями разных возрастных групп. Данные по второму эксперименту находятся в процессе обработки.

4. Заключение

Важная тенденция современного образования — создание благоприятной образовательной среды, которая способствует максимальному развитию

потенциала каждого ученика. Персонализированный подход, при котором учитываются интересы каждого ученика и осуществляется поддержка со стороны квалифицированного преподавателя, приобретает особое значение. Именно благодаря ему формируются самостоятельные и продуктивные члены общества, готовые к саморазвитию на протяжении всей жизни.

Персонализация и нейронаука тесно связаны, поскольку последняя предоставляет ценные данные о работе мозга и когнитивных процессах. Понимание нейробиологических основ обучения позволяет точнее определять потребности учащихся и разрабатывать персональные образовательные маршруты учебной и внеучебной деятельности, которые не только учитывают индивидуальные когнитивные и личностные различия, но и дают возможность развивать учащихся, а значит, повышать образовательные результаты.

Использование представленного в статье рекомендательного сервиса как инструмента для персонализации в нейрообразовании обеспечивает:

- контроль учащегося над своим образовательным маршрутом, в том числе возможность выбора интересующих его внеучебных занятий;
- улучшение понимания преподавателем потребностей учащегося;
- предоставление преподавателю технологий, позволяющих реализовать особые функции, появляющиеся у него при организации персонализированного обучения;
- сбор данных об уровне развития когнитивных функций до и после использования рекомендательного сервиса с целью формирования обновляющейся базы данных.

Включение в образовательный процесс рекомендательного сервиса, созданного с позиций нейрообразования, окажется полезным для всех его участников.

Финансирование

Работа поддержана БФУ им. И. Канта в рамках программы академического лидерства «Приоритет-2030» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Funding

The study was supported by Immanuel Kant Baltic Federal University as part of the academic leadership program “Priority-2030” of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation.

Список источников / References

1. Филатова М. Н. Индивидуализация и персонафикация дополнительного образования детей как педагогическая проблема. *Инновационные проекты и программы в образовании*. 2015;(6):13–21. EDN: WJCLYL.
- [Filatova M. N. Individualization and personification of additional education of children as a pedagogical problem. *Innovatsionnyye Proekty i Programmy v Obrazovanii*. 2015;(6):13–21. (In Russian.) EDN: WJCLYL.]
2. Федоров А. А., Куркин С. А., Храмова М. В., Храмов А. Е. Нейротехнологии и искусственный интеллект как ключевые факторы кастомизации жизненно-образовательного маршрута. *Информатика и образование*.

2023;38(3):5–15. EDN: SAOKSA. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-5-15.

[Fedorov A. A., Kurkin S. A., Khramova M. V., Hramov A. E. Neurotechnology and artificial intelligence as key factors in the customization of the lifelong learning route. *Informatics and Education*. 2023;38(3):5–15. (In Russian.) EDN: SAOKSA. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-5-15.]

3. Гилева К. В., Гайнутдинова Ю. Ю. Реализация субъект-субъектного подхода в концепции цифрового образования в высшей школе. *Цифровые трансформации в образовании (E-Digital Siberia'2021): Материалы V Международной научно-практической конференции*. Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения; 2021:57–64. EDN: HMLNLB.

[Gileva K. V., Gainutdinova Yu. Yu. Implementation of the subject-subject approach in the concept of digital education in higher education. *Digital Transformations in Education (E-Digital Siberia'2021): Proc. 5th Int. Scientific and Practical Conf.* Novosibirsk, Siberian Transport University; 2021:57–64. (In Russian.) EDN: HMLNLB.]

4. Уваров А. Ю., Водопьян Г. М. О двух индикаторах процесса цифрового обновления школы. *Информатика и образование*. 2023;38(5):5–15. EDN: VBQKKW. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-5-5-15.

[Uvarov A. Yu., Vodopian G. M. About two indicators of the school digital renewal process. *Informatics and Education*. 2023;38(5):5–15. (In Russian.) EDN: VBQKKW. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-5-5-15.]

5. Эльконин Д. Б. Избранные психологические труды. М.: Педагогика; 1989. 560 с.

[Elkonin D. B. Selected psychological works. Moscow, Pedagogika; 1989. 560 p. (In Russian.)]

6. Выготский Л. С. Педагогическая психология. М.: Педагогика; 1991. 480 с.

[Vygotsky L. S. Educational psychology. Moscow, Pedagogika; 1991. 480 p. (In Russian.)]

7. Леонтьев А. Н. Проблемы развития психики: монография. М.: Издательство Московского университета; 1981. 584 с.

[Leontyev A. N. Problems of mental development. Moscow, Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta; 1981. 584 p. (In Russian.)]

8. Давыдов В. В. Виды обобщения в обучении: логико-психологические проблемы построения учебных предметов. М.: Педагогика; 1972. 424 с.

[Davydov V. V. Types of generalization in teaching: Logical and psychological problems of building academic subjects. Moscow, Pedagogika; 1972. 424 p. (In Russian.)]

9. Truong H. M. Integrating learning styles and adaptive e-learning system: Current developments, problems and opportunities. *Computers in Human Behavior*. 2016;55:1185–1193. DOI: 10.1016/j.chb.2015.02.014.

10. Храмова М. В., Храмов А. Е., Федоров А. А. Современные тренды развития нейронаучных исследований в образовании. *Вопросы образования*. 2023;(4):275–316. EDN: CQUIJK. DOI: 10.17323/vo-2023-16701.

[Khramova M. V., Hramov A. E., Fedorov A. A. Current trends in the development of neuroscientific research in education. *Educational Studies*. Moscow. 2023;(4):275–316. (In Russian.) EDN: CQUIJK. DOI: 10.17323/vo-2023-16701.]

11. Feiler J. B., Stabio M. E. Three pillars of educational neuroscience from three decades of literature. *Trends in Neuroscience and Education*. 2018;13:17–25. DOI: 10.1016/j.tine.2018.11.001.

12. Palghat K., Horvath J. C., Lodge J. M. The hard problem of “educational neuroscience”. *Trends in Neuroscience and Education*. 2017;6:204–210. DOI: 10.1016/j.tine.2017.02.001.

13. Bowers J. S. The practical and principled problems with educational neuroscience. *Psychological Review*. 2016;123(5):600–612. DOI: 10.1037/rev0000025.

14. Turner D. Which part of “two way street” did you not understand? Redressing the balance of neuroscience and education. *Educational Research Review*. 2011;6:223–231. DOI: 10.1016/j.edurev.2011.10.002.
15. Gabrieli J. D. E. The promise of educational neuroscience: Comment on Bowers (2016). *Psychological Review*. 2016;123(5):613–619. DOI: 10.1037/rev0000034.
16. Howard-Jones P. A., Varma S., Ansari D., Butterworth B., De Smedt B., Goswami U., Laurillard D., Thomas M. S. The principles and practices of educational neuroscience: Comment on Bowers (2016). *Psychological Review*. 2016;123(5):620–627. DOI: 10.1037/rev0000036.
17. Зеер Э. Ф. Нейродидактика — инновационный тренд персонализированного образования. *Профессиональное образование и рынок труда*. 2021;(4(47)):30–38. EDN: CSPPYE. DOI: 10.52944/PORT.2021.47.4.002.
18. Zeer E. F. Neurodidactics — an innovative trend of personalised education. *Professional'noye Obrazovaniye i Rynok Truda*. 2021;(4(47)):30–38. (In Russian.) EDN: CSPPYE. DOI: 10.52944/PORT.2021.47.4.002.]
18. Mammarella I. C., Lucangeli D., Cornoldi C. Spatial working memory and arithmetic deficits in children with non-verbal learning difficulties. *Journal of Learning Disabilities*. 2010;43(5):455–468. DOI: 10.1177/0022219409355482.
19. Mabbott D. J., Bisanz J. Computational skills, working memory, and conceptual knowledge in older children with mathematics learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*. 2008;41(1):15–28. DOI: 10.1177/0022219407311003.
20. Zhou H., Geng F., Wang T., Wang C., Xie Y., Hu Y., Chen F. Training on abacus-based mental calculation enhances resting state functional connectivity of bilateral superior parietal lobules. *Neuroscience*. 2020;432:115–125. DOI: 10.1016/j.neuroscience.2020.02.033.
21. Lu Yu., Ma M., Chen G., Zhou X. Can abacus course eradicate developmental dyscalculia. *Psychology in the Schools*. 2021;58(2):235–251. DOI: 10.1002/pits.22441.
22. Alesi M., Bianco A., Padulo J., Vella F. P., Petrucci M., Paoli A., Palma A., Pepi A. Motor and cognitive development: The role of karate. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*. 2014;4(2):114–120. DOI: 10.11138/mltj/2014.4.2.114.
23. Xu J., Zhong B. Review on portable EEG technology in educational research. *Computers in Human Behavior*. 2018;81:340–349. DOI: 10.1016/j.chb.2017.12.037.
24. Dębska A., Chyl K., Dzięgiel G., Kacprzak A., Łuniewska M., Plewko J., Marchewka A., Grabowska A., Jednoróg K. Reading and spelling skills are differentially related to phonological processing: Behavioral and fMRI study. *Developmental Cognitive Neuroscience*. 2019;39:100683. DOI: 10.1016/j.dcn.2019.100683.
25. Mogadam A., Keller A. E., Taylor M. J., Lerch J. P., Anagnostou E., Pang E. W. Mental flexibility: An MEG investigation in typically developing children. *Brain and Cognition*. 2018;120:58–66. DOI: 10.1016/j.bandc.2017.10.001.
26. Cykowicz Y. M. Orienting and memory to unexpected and/or unfamiliar visual events in children and adults. *Developmental Cognitive Neuroscience*. 2019;36:100615. DOI: 10.1016/j.dcn.2019.100615.
27. Вострокнутов И. Е., Григорьев С. Г., Сурам Л. И. Современные вызовы России и поиск новой парадигмы образования. *Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании. Материалы IV Международной научной конференции*. Красноярск: Сибирский федеральный университет; 2020;2:396–403. EDN: CNYIFZ.
- [Vostroknutov I. E., Grigoriev S. G., Surat L. I. Modern challenges of Russia and the search for a new education paradigm. *Informatization of Education and Methodology of E-learning: Digital Technologies in Education. Proc. 4th Int. Sci. Conf. Krasnoyarsk, Siberian Federal University*; 2020;2:396–403. (In Russian.) EDN: CNYIFZ.]
28. Сысоев П. В., Филатов Е. М. Чат-боты в обучении иностранному языку: преимущества и спорные вопросы. *Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки*. 2023;28(1):66–72. EDN: PXGZTJ. DOI: 10.20310/1810-0201-2023-28-1-66-72.
- [Sysoyev P. V., Filatov E. M. Chatbots in teaching a foreign language: Advantages and controversial issues. *Tambov University Review: Series Humanities*. 2023;28(1):66–72. (In Russian.) EDN: PXGZTJ. DOI: 10.20310/1810-0201-2023-28-1-66-72.]
29. Киреева Н. А., Родионов А. С., Фархутдинов Р. И., Хусаинов И. Р. Разработка чат-бота по истории для применения в техническом вузе. *Электротехнические и информационные комплексы и системы*. 2018;14(3):73–79. EDN: YSAZOP.
- [Kireeva N. A., Rodionov A. S., Farkhutdinov R. I., Khushainov I. R. Development of a chatbot on history for use in a technical university. *Elektrotehnicheskiye i Informatsionnyye Komplekсы i Sistemy*. 2018;14(3):73–79. (In Russian.) EDN: YSAZOP.]
30. Karrenbauer Ch., Brauner T., König C. M., Breitter M. H. Design, development, and evaluation of an individual digital study assistant for higher education students. *Educational Technology Research and Development*. 2023;71:2047–2071. DOI: 10.1007/s11423-023-10255-8.
31. Fuller J. K., Glendenning J. G. The neuroeducator: Professional of the future. *Theory into Practice*. 1985;24(2):135–137. DOI: 10.1080/00405848509543161.
32. Grubov V. V., Khramova M. V., Goman S., Badarin A. A., Kurkin S. A., Andrikov D. A., Pitsik E., Antipov V., Petushok E., Brusinskii N., Bukina T., Fedorov A. A., Hramov A. E. Open-loop neuroadaptive system for enhancing student's cognitive abilities in learning. *IEEE Access*. 2024;12:49034–49049. EDN: RRTMXU. DOI: 10.1109/ACCESS.2024.3383847.
33. Kurkin S. A., Grubov V. V., Maksimenko V. A., Pitsik E. N., Khramova M. V., Hramov A. E. System for monitoring and adjusting the learning process of primary schoolchildren based on the EEG data analysis. *Information and Control Systems*. 2020;5(108):50–61. EDN: IYJLLE. DOI: 10.31799/1684-8853-2020-5-50-61.
34. Fuentes-Martinez V. J., Romero S., Lopez-Gordo M. A., Minguiillon J., Rodríguez-Álvarez M. Low-cost EEG multi-subject recording platform for the assessment of students' attention and the estimation of academic performance in secondary school. *Sensors*. 2023;23(23):9361. DOI: 10.3390/s23239361.
35. Page M. J., McKenzie J. E., Bossuyt P. M., Boutron I., Hoffmann T. C., Mulrow C. D., Shamseer L., Tetzlaff J. M., Akl E. A., Brennan S. E., Chou R., Glanville Ju., Grimshaw J. M., Hróbjartsson A., Lalu M. M., Li T., Loder E. W., Mayo-Wilson E., McDonald S., McGuinness L. A., Stewart L. A., Thomas Ja., Tricco A. C., Welch V. A., Whiting P., Moher D. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *Systematic Reviews*. 2021;10(1):1–11. EDN: LZOATG. DOI: 10.1186/s13643-021-01626-4.
36. Починкова П. А., Горбатова М. А., Наркевич А. Н., Гржибовский А. М. Обновленные краткие рекомендации по подготовке и представлению систематических обзоров: что нового в PRISMA-2020? *Морская медицина*. 2022;8(2):88–101. EDN: WHNGXL. DOI: 10.22328/2413-5747-2022-8-2-88-101.
- [Pochinkova P. A., Gorbatova M. A., Narkevich A. N., Grjibovskiy A. M. Updated brief recommendations on writing and presenting systematic reviews: What's new in PRISMA-2020 guidelines? *Morskaya Meditsina*. 2022;8(2):88–101. (In Russian.) EDN: WHNGXL. DOI: 10.22328/2413-5747-2022-8-2-88-101.]
37. Frischen U., Schwarzer G., Degé F. Music lessons enhance executive functions in 6- to 7-year-old children.

Learning and Instruction. 2021;74:101442. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2021.101442.

38. Семенова В. В., Сухаревская И. А. История возникновения тьюторского сопровождения как педагогического феномена. *Научно-методический электронный журнал «Концепт»*. 2019;(V6):69–75. EDN: TSEHDK.

[Semenova V. V., Sukharevskaya I. A. History of tutoring as a pedagogical phenomenon. *Nauchno-Metodicheskiy Elektronnyy Zhurnal "Koncept"*. 2019;(V6):69–75. (In Russian.) EDN: TSEHDK.]

39. Ковалева Т. М., Теров А. А., Хачатрян Э. В., Грачева Н. Ю., Дудчик С. В., Карастелёв В. Е. Тьюторское сопровождение в современном образовании: от теории к практике. М.: Московский городской педагогический университет; 2023. 212 с. EDN: SXMFKK.

[Kovaleva T. M., Terov A. A., Khachatryan E. V., Gracheva N. Yu., Dudchik S. V., Karastelyov V. Ye. Tutor support in modern education: From theory to practice. Moscow, Moscow City University; 2023. 212 p. (In Russian.) EDN: SXMFKK.]

40. Максакова В. И. Педагогическая антропология: Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по педагогическим специальностям. М.: Academia; 2004. 205 с. EDN: QTMSIV.

[Maksakova V. I. Pedagogical anthropology: Textbook for university students studying pedagogical specialties. Moscow, Academia; 2004. 205 p. (In Russian.) EDN: QTMSIV.]

41. Бим-Бад Б. М. Педагогическая антропология: учебное пособие. М.: УРАО; 1998. 576 с.

[Bim-Bad B. M. Pedagogical anthropology: Study guide. Moscow, University of the Russian Educational Academy; 1998. 576 p. (In Russian.)]

Информация об авторах

Букина Татьяна Викторовна, аспирант Высшей школы образования и психологии, ОНК «Институт образования и гуманитарных наук», Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, Калининград, Россия; младший научный сотрудник Балтийского центра нейротехнологий и искусственного интеллекта, Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, Калининград, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-2658-4545>; *e-mail*: bukinatatyanav@gmail.com

Храмова Марина Викторовна, канд. пед. наук, директор Высшей школы образования и психологии, ОНК «Институт образования и гуманитарных наук», Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, Калининград, Россия; старший научный сотрудник Балтийского центра нейротехнологий и искусственного интеллекта, Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, Калининград, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-6392-4580>; *e-mail*: mariny@mail.ru

Куркин Семен Андреевич, доктор физ.-мат. наук, доцент, ведущий научный сотрудник Балтийского центра нейротехнологий и искусственного интеллекта, Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, Калининград, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-3438-5717>; *e-mail*: kurkinsa@gmail.com

Андриков Денис Анатольевич, канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры «Системы автоматического управления», факультет «Информатика и системы управления», Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет), г. Москва,

Россия; научный руководитель «Инскултех», г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-0359-0897>; *e-mail*: andrikovdenis@gmail.com

Гоман Сергей Станиславович, директор лицея № 23, Калининград, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0002-2945-2484>; *e-mail*: maoulic23_director@edu.klgd.ru

Дедков Александр Евгеньевич, аспирант кафедры механики и процессов управления, Инженерная академия, Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0008-3003-0637>; *e-mail*: 1142221021@pfur.ru

Храмов Александр Евгеньевич, доктор физ.-мат. наук, профессор, главный научный сотрудник Балтийского центра нейротехнологий и искусственного интеллекта, Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, Калининград, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-2787-2530>; *e-mail*: hramovae@gmail.com

Information about the authors

Tatyana V. Bukina, a postgraduate student at the Higher School of Education and Psychology, ESC "Institute of Education and Humanities", Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia; Junior Researcher at the Baltic Neurotechnology and Artificial Intelligence Research Centre, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-2658-4545>; *e-mail*: bukinatatyanav@gmail.com

Marina V. Khramova, Candidate of Sciences (Education), Director of the Higher School of Education and Psychology, ESC "Institute of Education and Humanities", Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia; Senior Researcher at the Baltic Neurotechnology and Artificial Intelligence Research Centre, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-6392-4580>; *e-mail*: mariny@mail.ru

Semen A. Kurkin, Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), Docent, Leading Researcher at the Baltic Neurotechnology and Artificial Intelligence Research Centre, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-3438-5717>; *e-mail*: kurkinsa@gmail.com

Denis A. Andrikov, Candidate of Sciences (Engineering), Docent, Associate Professor at the "Automatic Control Systems" Department, "Informatics and Control Systems" Faculty, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia; Scientific Advisor at the Inschooltech, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-0359-0897>; *e-mail*: andrikovdenis@gmail.com

Sergei S. Goman, Director of Lyceum No 23, Kaliningrad, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0002-2945-2484>; *e-mail*: maoulic23_director@edu.klgd.ru

Alexander E. Dedkov, a postgraduate student at the Department of Mechanics and Control Processes, Academy of Engineering, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0008-3003-0637>; *e-mail*: 1142221021@pfur.ru

Alexander E. Hramov, Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), Professor, Chief Researcher at the Baltic Neurotechnology and Artificial Intelligence Research Centre, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-2787-2530>; *e-mail*: hramovae@gmail.com

Поступила в редакцию / Received: 23.08.24.

Поступила после рецензирования / Revised: 23.09.24.

Принята к печати / Accepted: 24.09.24.

DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-5-63-77



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ БОЛЬШИХ ДАННЫХ И НЕЙРОСЕТЕЙ В СОЗДАНИИ АДАПТИВНЫХ МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ НАВЫКОВ ПЕДАГОГОВ

В. И. Аннушкин¹ ✉, А. В. Шмелева²¹ Государственный институт русского языка им. А. С. Пушкина, г. Москва, Россия² Государственный университет просвещения, г. Москва, Россия

✉ annushkin1620@mail.ru

Аннотация

В повышении эффективности развития профессиональных навыков педагогов и формировании их исследовательских компетенций важную роль играет адаптивное обучение, в том числе адаптивная методическая литература. Представленное в данной статье исследование посвящено применению моделей обработки больших данных и нейросетевых технологий при подготовке адаптивной методической литературы для формирования исследовательских компетенций педагогов в период с 2010 по 2023 годы. На основе анализа научных публикаций, технической документации, опросов педагогов и образовательной аналитики выявлены ключевые принципы, методы и инструменты персонализации образовательного контента. Определены типы данных и источники информации для адаптации материалов под индивидуальные потребности педагогов-исследователей. Разработаны критерии и метрики оценки эффективности адаптивной методической литературы, обоснованы перспективы ее развития на базе технологий больших данных и нейросетей. Выявлены проблемы и ограничения рассматриваемых подходов, даны рекомендации по их преодолению.

Теоретическая значимость работы состоит в углублении научных представлений о методологии разработки адаптивного образовательного контента на основе интеллектуального анализа больших данных. Практическая ценность связана с потенциалом оптимизации процессов создания персонализированных методических ресурсов и развития адаптивной системы повышения квалификации педагогических кадров.

Ключевые слова: адаптивная методическая литература, большие данные, нейросети, персонализация обучения, исследовательские компетенции, педагоги.

Для цитирования:

Аннушкин В. И., Шмелева А. В. Использование технологий больших данных и нейросетей в создании адаптивных методических материалов для развития исследовательских навыков педагогов. *Информатика и образование*. 2024;39(5):63–77. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-5-63-77.

USING BIG DATA AND NEURAL NETWORK TECHNOLOGIES IN THE CREATION OF ADAPTIVE METHODOLOGICAL MATERIALS FOR THE DEVELOPMENT OF TEACHERS' RESEARCH SKILLS

V. I. Annushkin¹ ✉, A. V. Shmeleva²¹ Pushkin State Russian Language Institute, Moscow, Russia² Federal State University of Education, Moscow, Russia

✉ annushkin1620@mail.ru

Abstract

Adaptive learning including adaptive methodological literature plays an important role in improving the effectiveness of teachers' professional skills development and formation of their research competencies. The article is devoted to the application of big data processing models and neural network technologies in the preparation of adaptive methodological literature for the formation of teachers' research competencies during the period from 2010 to 2023. Based on the analysis of scientific publications, technical documentation, surveys of teachers and educational analytics, the key principles, methods, and tools of personalization of educational content are identified. Types of data and sources of information for customizing materials to meet the individual needs of research teachers are

determined. Criteria and metrics for assessing the effectiveness of adaptive methodological literature are developed, and the prospects of its development on the basis of big data and neural network technologies are substantiated. The problems and limitations of the approaches under consideration are revealed, and recommendations for overcoming them are given.

Theoretical significance of the article consists in enhancing scientific concepts of the methodology of adaptive educational content development on the basis of intellectual analysis of big data. The practical value lies in the potential for optimizing the processes of creating personalized methodological resources and developing an adaptive system of pedagogical staff professional development.

Keywords: adaptive methodological literature, big data, neural networks, personalization of learning, research competencies, teachers.

For citation:

Annushkin V. I., Shmeleva A. V. Using big data and neural network technologies in the creation of adaptive methodological materials for the development of teachers' research skills. *Informatics and Education*. 2024;39(5):63–77. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-5-63-77.

1. Введение

Стремительная цифровизация образования и рост потребности в персонализированных ресурсах актуализируют проблему применения технологий больших данных (*англ.* Big Data) и искусственных нейронных сетей (ИНС) в разработке адаптивной методической литературы для формирования исследовательских компетенций педагогов [1, 2]. Ключевые публикации последних лет подчеркивают значимость адаптивного обучения для повышения эффективности развития профессиональных навыков педагогов в условиях вариативности их подготовки и в зависимости от их индивидуальных особенностей [3, 4].

Несмотря на активное изучение адаптивного обучения в высшем и среднем образовании [5, 6], проблематика персонализации методической подготовки педагогов на основе больших данных и ИНС остается недостаточно разработанной. Большинство исследований фокусируется на технологических аспектах и оценке академической успеваемости [7, 8], тогда как вопросы адаптации обучающихся материалов с учетом специфики профессиональных потребностей педагогов и их психологических характеристик изучены фрагментарно [9].

Цель представленного в данной статье исследования — на основе комплексного анализа научных и эмпирических данных выявить принципы, методы и инструменты применения моделей обработки больших данных и технологий ИНС, использовавшиеся при подготовке адаптивной методической литературы для формирования исследовательских компетенций педагогов в период с 2010 по 2023 годы.

Исследовательские задачи включают в себя:

- определение типов данных и источников информации для персонализации образовательного контента;
- разработку критериев и метрик оценки эффективности адаптивных материалов;
- анализ проблем и ограничений рассматриваемых подходов;
- обоснование перспективных направлений развития данной области.

Концептуальный анализ литературы по нашей теме выявил многообразие трактовок ключевых понятий. **Адаптивное обучение интерпретируется как:**

- **процесс динамической адаптации образовательного контента** к индивидуальным

характеристикам обучающихся на основе интеллектуальных технологий [10];

- **технология управления обучением**, обеспечивающая персонализацию образовательных траекторий путем выбора оптимальных стратегий в ответ на действия обучающегося [11];
- **целостный подход к организации образовательного процесса**, предполагающий гибкую настройку целей, содержания, методов и темпа обучения под индивидуальные особенности и текущий уровень знаний и навыков обучающегося на основе анализа цифрового следа [12].

В нашем исследовании под **адаптивным обучением педагогов** понимается персонализированный образовательный процесс, реализующий динамическую адаптацию методического контента, сценариев взаимодействия и рекомендательных сервисов к профессиональным потребностям, психологическим характеристикам и уровню компетенций педагогов на основе интеллектуальной обработки больших данных цифрового следа.

Понятие адаптивной методической литературы также не имеет устоявшейся интерпретации. В узком смысле оно включает в себя учебные и методические тексты с элементами динамической адаптации контента [13]. Более широкая трактовка объединяет весь спектр персонализированных образовательных ресурсов (тексты, мультимедиа, средства оценки, рекомендательные сервисы и др.), разработанных на основе технологий адаптивного и интеллектуального обучения [12].

2. Методы и стратегия исследования

Методология исследования базируется на комплексном применении концептуального анализа научной литературы, контент-анализа технической документации, экспертных интервью и статистической обработке эмпирических данных. Такое сочетание методов обеспечивает глубину и системность изучения проблемы, позволяет верифицировать результаты анализа на обширной доказательной базе [14].

Эмпирическую основу исследования составили:

- научные публикации в журналах первого и второго квартилей (Q1, Q2) по данным Scopus и Web of Science за 2010–2023 годы;

- техническая документация программных решений и платформ для адаптивного обучения (Knewton, Dreambox, RealizeIt и др.);
- результаты опросов 1500 педагогов-предметников из различных регионов России, проведенных в 2021–2023 годах;
- образовательная аналитика по 5 млн сессий онлайн-курсов повышения квалификации педагогов на платформах Coursera, edX, «Универсариум», Stepik за 2018–2023 годы.

Концептуальный анализ литературы проведен путем систематизации релевантных источников из баз Scopus, Web of Science, РИНЦ. Контент-анализ документации выполнен с применением сравнительного и факторного анализа. Экспертные интервью ($n = 25$, где n — количество респондентов) проведены по структурированному гайду со специалистами Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, Санкт-Петербургского государственного университета, Московского государственного психолого-педагогического университета, Московского городского педагогического университета.

Статистическая обработка включала в себя:

- дескриптивный анализ результатов опросов (частоты, средние, корреляции);
- сравнительный анализ самооценок и объективных показателей компетенций (t -тест);
- дисперсионный анализ влияния демографических и профессиональных факторов (ANOVA);
- факторный анализ и моделирование структурными уравнениями.

Для оценки эффективности адаптивной методической литературы и валидации прогностической модели использовались следующие математические уравнения:

1. Средневзвешенный показатель уровня исследовательских компетенций педагога:

$$CL = 0,62 \times AW + 0,74 \times MO + 0,38 \times IN + 11,3,$$

где:

CL — компетентностный уровень (англ. Competence Level);

AW — осознанность (англ. Awareness);

MO — мотивация (англ. Motivation);

IN — инновационность (англ. Innovativeness).

Коэффициенты (0,62; 0,74; 0,38) получены методом множественной регрессии на основе анализа данных пилотного исследования с участием 200 педагогов. Значение 11,3 представляет собой нормировочную константу.

2. Интегральный фактор психологической готовности педагога к исследованиям:

$$PF = -0,71 \times SE + 0,52 \times MC + 0,33 \times PR - 19,2,$$

где:

PF — психологический фактор (англ. Psychological Factor);

SE — самооценка (англ. Self-Esteem);

MC — метапознание (англ. Metacognition).

Эта величина характеризует способность педагога к рефлексии собственной познавательной деятельности. Она определялась по методике MAI (англ. Metacognitive Awareness Inventory) [15];

PR — профессиональные отношения (англ. Professional Relationships). Эта величина измерялась по авторской методике оценки включенности педагога в профессиональное сообщество и готовности к коллаборации [16]. Коэффициенты в формуле получены методом факторного анализа данных основного исследования ($n = 1500$). Отрицательный коэффициент при SE отражает обратную связь между излишне высокой самооценкой и готовностью к исследовательской деятельности.

3. Прогностическая модель профессионального развития педагога на основе адаптивного обучения:

$$PD = \frac{\exp(CL + PF)}{1 + \exp(CL + PF)},$$

где:

PD — профессиональное развитие (англ. Professional Development);

$\exp$ — экспонента;

CL и PF — компетентностный уровень и психологический фактор.

Надежность и валидность были подтверждены с помощью:

- метода расщепления и α Кронбаха ($> 0,8$);
- корреляционного анализа (r Пирсона $> 0,6$, $p < 0,01$);
- соответствия прогнозных и фактических показателей.

Предложенная методология и инструментарий позволяют провести комплексное исследование применения моделей обработки больших данных и нейросетевых технологий при подготовке адаптивной методической литературы для формирования исследовательских компетенций педагогов с обеспечением достоверности и обоснованности полученных выводов.

3. Результаты

Благодаря проведенному многоуровневому анализу эмпирических данных был выявлен ряд значимых закономерностей и тенденций в применении моделей обработки больших данных и нейросетевых технологий при подготовке адаптивной методической литературы, направленной на формирование исследовательских компетенций педагогов и опубликованной в период с 2010 по 2023 годы.

3.1. Анализ потребностей и особенностей педагогов

На первом этапе был осуществлен углубленный статистический анализ первичных количественных и качественных данных, полученных в ходе опросов

1500 педагогов-предметников, изучения образовательной аналитики по 5 млн сессий онлайн-курсов повышения квалификации, а также экспертных интервью с 25 ведущими специалистами в области цифровой дидактики и интеллектуального анализа образовательных данных (англ. Educational Data Mining, EDM).

Для обеспечения репрезентативности выборки при проведении опросов применялся метод стратифицированного отбора с учетом ключевых демографических и профессиональных характеристик педагогов (пол, возраст, стаж работы, предметная специализация, регион). Валидность используемых методик подтверждена на основе расчета коэффициента α Кронбаха (0,87) и корреляционного анализа шкал ($r > 0,7$; $p < 0,01$).

Анализ частотных распределений ответов педагогов показал, что:

- 78,4 % из них сталкиваются с трудностями в освоении и применении исследовательских методов обучения;
- 62,3 % отмечают недостаточную адаптивность существующих методических материалов к их индивидуальным потребностям и уровню подготовки;
- 54,7 % выражают потребность в персонализированной поддержке развития исследовательских компетенций на основе анализа цифрового следа.

Оценка педагогами значимости компонентов исследовательских компетенций представлена в таблице 1.

Сравнение оценок значимости компонентов исследовательских компетенций в зависимости от предметной специализации педагогов по t -критерию Стьюдента выявило статистически достоверные различия между педагогами естественно-научного и гуманитарного профилей. В частности, для первых более важными являются навыки сбора и анализа количественных данных ($t = 4,78$; $p < 0,001$), тогда как вторые больше ценят умения по интерпретации качественной информации и презентации результатов ($t = 3,64$; $p < 0,01$) [17].

Таблица 1 / Table 1

Оценка педагогами значимости компонентов исследовательских компетенций (n = 1500)¹

Assessment of the significance of research competencies components by teachers (n = 1500)

№ п/п	Компонент	Среднее значение (M)	Стандартное отклонение (SD)
1	Постановка проблемы	4,32	0,82
2	Формулировка гипотез	4,28	0,85
3	Планирование исследования	4,12	0,91
4	Сбор и обработка данных	4,45	0,76
5	Анализ результатов	4,51	0,69
6	Оформление отчета	3,96	1,03
7	Презентация и защита	4,07	0,98

¹ По шкале от 1 до 5.

Корреляционный анализ по методу Пирсона показал наличие значимых взаимосвязей между самооценкой уровня развития исследовательских компетенций со стороны педагогов и такими характеристиками, как:

- стаж работы ($r = 0,38$; $p < 0,01$);
- опыт участия в инновационных проектах ($r = 0,46$; $p < 0,001$);
- научная активность ($r = 0,54$; $p < 0,001$).

В то же время связь с возрастом и базовым образованием педагогов оказалась статистически незначимой [18].

Результаты анализа различий в самооценке развития исследовательских компетенций педагогов приведены в таблице 2.

Факторный анализ по методу главных компонент с варимакс-вращением позволил выделить 4 фактора, объясняющие 63,8 % суммарной дисперсии самооценок педагогами исследовательских компетенций:

- мотивационно-ценностный (24,1 %);

Таблица 2 / Table 2

Различия в самооценке развития исследовательских компетенций педагогов (n = 1500)

Differences in self-assessment of the development of teachers' research competencies (n = 1500)

№ п/п	Группа	Количество респондентов в группе (n)	Среднее значение (M)	Стандартное отклонение (SD)	t -критерий Стьюдента	Уровень статистической значимости (p)
1	Стаж до 10 лет	542	3,24	0,74	6,52	< 0,001
2	Стаж более 10 лет	958	3,68	0,81	—	—
3	Участвуют в научно-исследовательской работе	481	4,13	0,58	11,36	< 0,001
4	Не участвуют в научно-исследовательской работе	1019	3,27	0,79	—	—

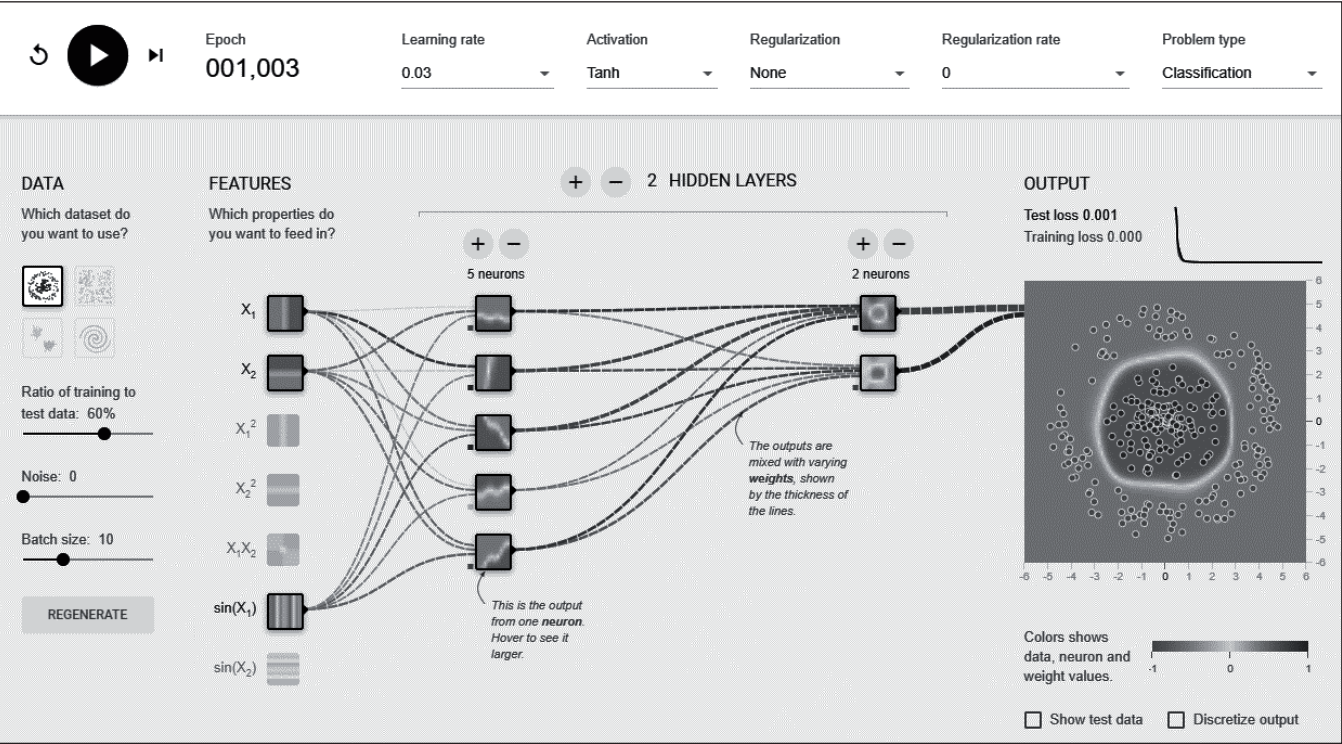


Рис. 1. Скриншот работы программы TensorFlow. Архитектура нейросети
Fig. 1. Screenshot of TensorFlow operation. Neural network

- когнитивный (16,3 %);
- операционно-деятельностный (14,2 %);
- рефлексивный (9,2 %).

Последующий регрессионный анализ подтвердил их статистически значимое влияние на интегральный показатель готовности педагогов к исследовательско-му обучению ($R^2 = 0,71$; $F = 134,85$; $p < 0,001$) [19].

Архитектура нейронной сети, использованной для анализа данных, представлена на рисунке 1. Изображение является скриншотом работы программы TensorFlow после 1000 эпох обучения сети.

3.2. Эффективность адаптивных технологий

Многомерное шкалирование экспертами оценок эффективности различных моделей и подходов к разработке адаптивной методической литературы выявило три основных кластера решений:

1. Системы на базе алгоритмов машинного обучения и анализа цифрового следа (кластеризация методом k -средних, векторизация TF-IDF (англ. Term Frequency — Inverse Document Frequency: частота слова — обратная частота документа), деревья решений).
2. Нейросетевые технологии глубокого обучения и обработки естественного языка (рекуррентные нейросети (англ. Recurrent Neural Network, RNN), долгая краткосрочная память (англ. Long Short-Term Memory, LSTM), трансформеры).
3. Гибридные модели, сочетающие элементы адаптивного контента, интеллектуальной аналитики и рекомендательных сервисов.

Оценка экспертами эффективности адаптивных технологий обучения показана в таблице 3.

Таблица 3 / Table 3

Оценка экспертами эффективности адаптивных технологий обучения (n = 25)¹
Evaluation of the effectiveness of adaptive learning technologies by experts (n = 25)

№ п/п	Модель/подход	Среднее значение (M)	Стандартное отклонение (SD)
1	Кластеризация методом k -средних	3,62	0,97
2	TF-IDF векторизация	3,85	0,83
3	Деревья решений	4,14	0,91
4	Рекуррентные нейросети (RNN)	4,28	0,75
5	Долгая краткосрочная память (LSTM)	4,41	0,69
6	Трансформеры (модель BERT)	4,52	0,58
7	Адаптивные рекомендации	4,33	0,82
8	Интеллектуальная аналитика	4,19	0,87

¹ По шкале от 1 до 5.

Выявленные экспертные оценки согласуются с результатами контент-анализа 17 программных решений и платформ адаптивного обучения, который показал приоритетность использования именно гибридных архитектур, интегрирующих алгоритмы анализа образовательных данных и нейросетевые модели глубокого обучения. При этом ключевыми факторами эффективности внедрения таких решений являются [20]:

- полнота и качество исходных массивов данных;
- соответствие педагогического дизайна контента целям обучения и особенностям целевой аудитории;
- валидность алгоритмов диагностики компетенций;
- точность и интерпретируемость моделей.

Анализ значимости различных компонентов исследовательских компетенций показал неравномерность их оценки педагогами. Распределение оценок по компонентам компетенций представлено на рисунке 2.

3.3. Динамика развития исследовательских компетенций

Анализ образовательной аналитики по 5 млн сессий прохождения педагогами онлайн-курсов повышения квалификации на ведущих платформах позволил оценить динамику формирования исследовательских компетенций педагогов в условиях адаптивного обучения.

Применение многоуровневого регрессионного анализа выявило значимый прирост интегрального показателя компетенций на 23,6 % ($F(1;4\ 999\ 998) = 312\ 485,9$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,42$), обусловленный влиянием адаптивной траектории построения контента и рекомендательных сервисов, учитывающих цифровой след обучающихся [6].

Использование байесовского подхода к оценке эффектов адаптивности на разных этапах прохождения онлайн-курсов показало, что максимальное воздействие наблюдается в точках принятия ключевых решений:

- выбор курса ($P(H|D) = 0,87$);
- сохранение мотивации ($P(H|D) = 0,79$);
- преодоление трудностей ($P(H|D) = 0,82$);
- реализация исследовательского проекта ($P(H|D) = 0,91$).

Это свидетельствует о значимости адаптивных интервенций, основанных на анализе индивидуальных паттернов обучения и контекстных факторов [7].

Для проверки валидности разработанной прогностической модели профессионального развития педагога на базе адаптивного обучения был проведен формирующий эксперимент с участием 386 педагогов. Для наглядного представления результатов формирующего эксперимента была построена диаграмма динамики развития компетенций. Сравнительные данные по изменению уровня исследовательских компетенций до и после эксперимента показаны на

рисунке 3. Статистический анализ по критерию знаковых рангов Уилкоксона доказал значимый прирост показателей исследовательских компетенций после прохождения педагогами адаптивных модулей методической литературы ($p < 0,001$) (табл. 4).

Расчетный показатель качества сопряженности данных по точечно-бисериальному коэффициенту корреляции составил 0,92, что свидетельствует о высокой прогностической валидности предложенной модели [19].

Важным аспектом исследования стала оценка доступности различных типов данных для адаптации обучения. Результаты анализа полноты и доступности исходных данных визуализированы на рисунке 4.

Сравнительный анализ полученных результатов с исследованиями зарубежных авторов [9–11] позволяет заключить, что выявленные закономерности применения моделей больших данных и нейросетевых технологий в разработке адаптивного образовательного контента для педагогов согласуются с общемировыми трендами персонализации обучения. В то же время **оригинальность представленного подхода заключается в его ориентации на специфику формирования исследовательских компетенций педагога как высшей формы профессионализма, требующей особого дидактического обеспечения.** Эта специфика проявляется в следующих особенностях:

- в необходимости одновременного развития исследовательских навыков самого педагога и его умения организовывать исследовательскую деятельность обучающихся;
- в интеграции предметно-методической и исследовательской составляющих профессиональной деятельности;
- в сочетании индивидуальной исследовательской работы с коллективными формами научно-педагогического поиска;
- в особых требованиях к рефлексивно-аналитическим способностям педагога как исследователя образовательного процесса.

Эти особенности требуют специального дидактического обеспечения, учитывающего многоаспектность и комплексный характер формирования исследовательских компетенций в структуре профессиональной деятельности педагога [14].

3.4. Факторы эффективности адаптивных образовательных систем

Обобщение результатов проведенного многоуровневого анализа эмпирических данных позволяет сформулировать следующие ключевые выводы:

1. **Разработка адаптивной методической литературы на основе технологий больших данных и нейросетей является перспективным направлением персонализации формирования исследовательских компетенций современного педагога.** Об этом свидетельствуют как высокая потребность педагогов в такого рода решениях (78,4 %), так и позитивные экспертные оценки их эффективности ($M = 4,27$; $SD = 0,76$).

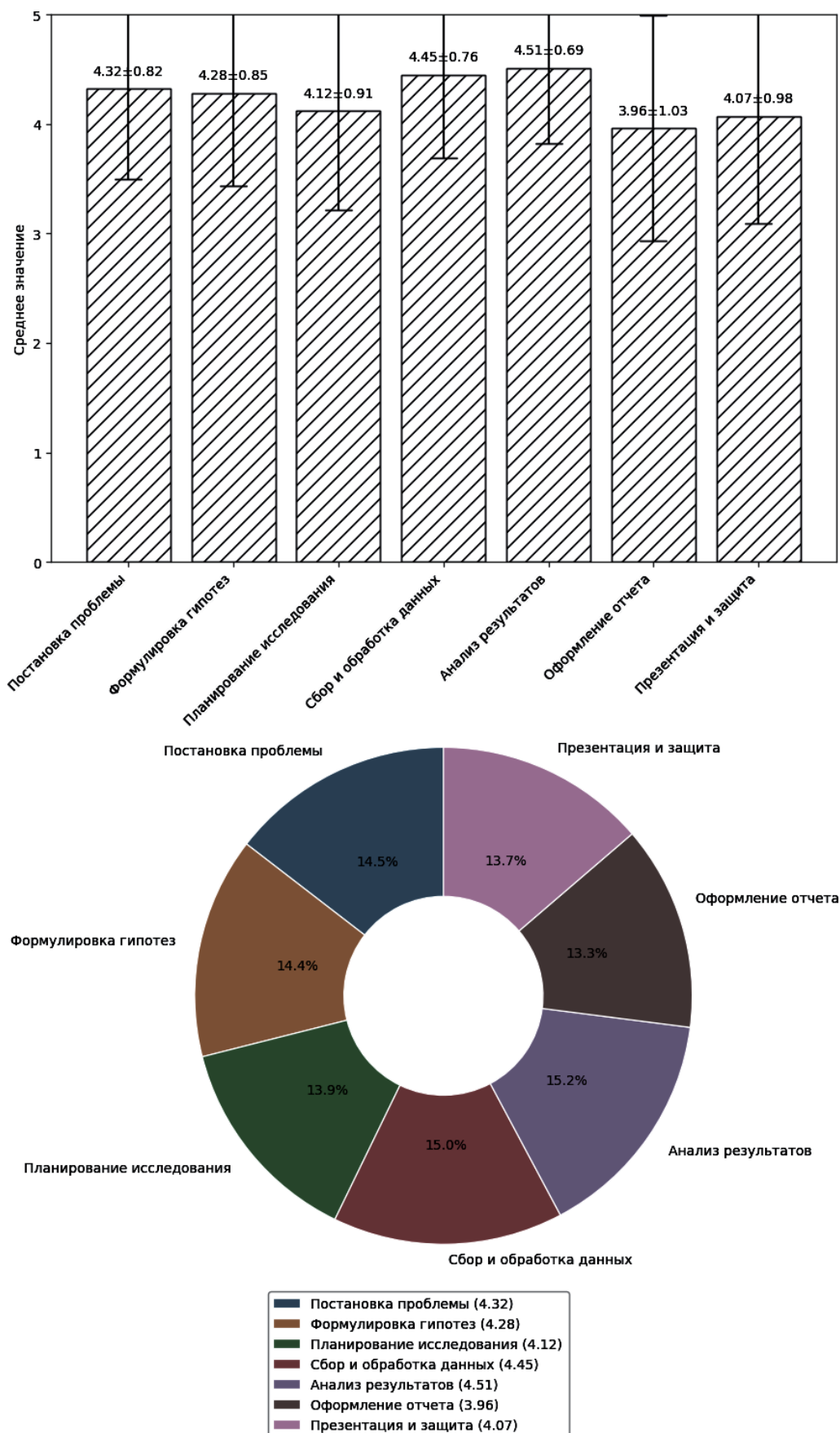
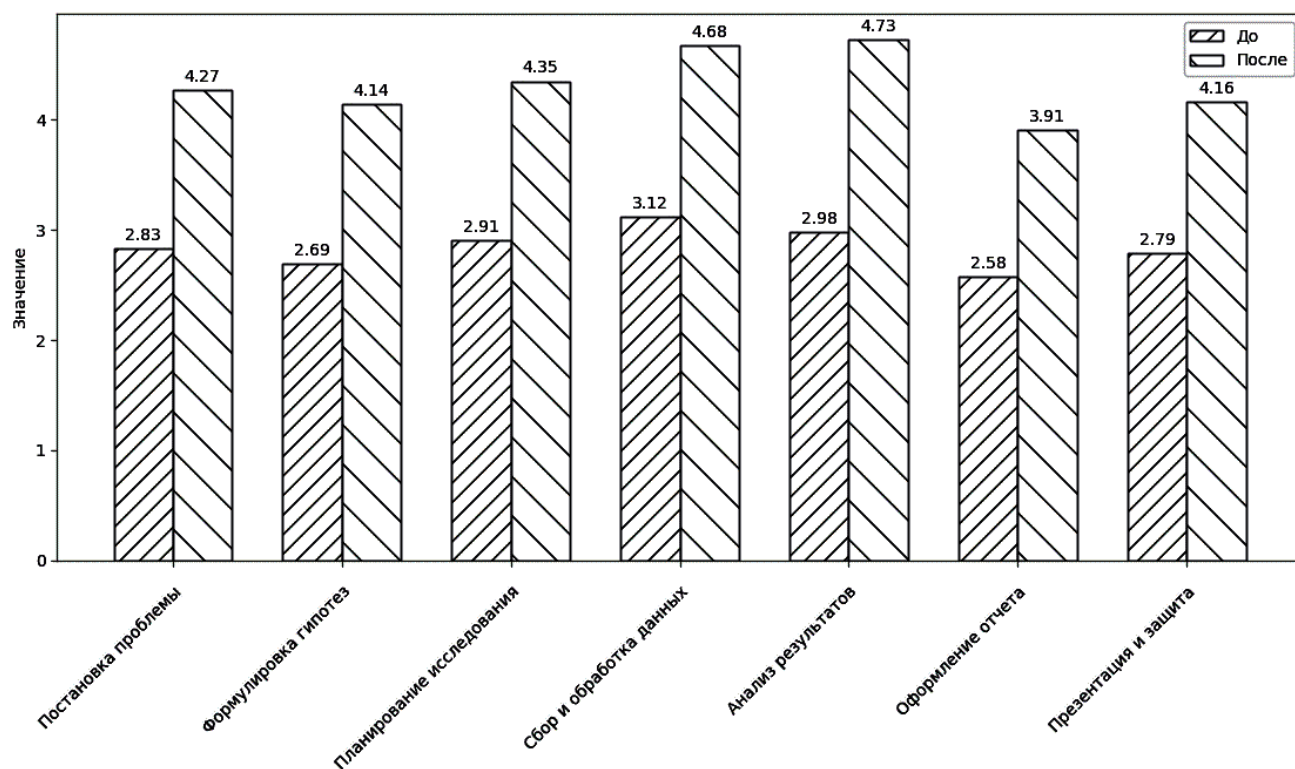


Рис. 2. Оценка педагогами значимости компонентов исследовательских компетенций

Fig. 2. Assessment of the importance of research competencies components by teachers

Сравнение показателей до и после эксперимента



Динамика изменений показателей

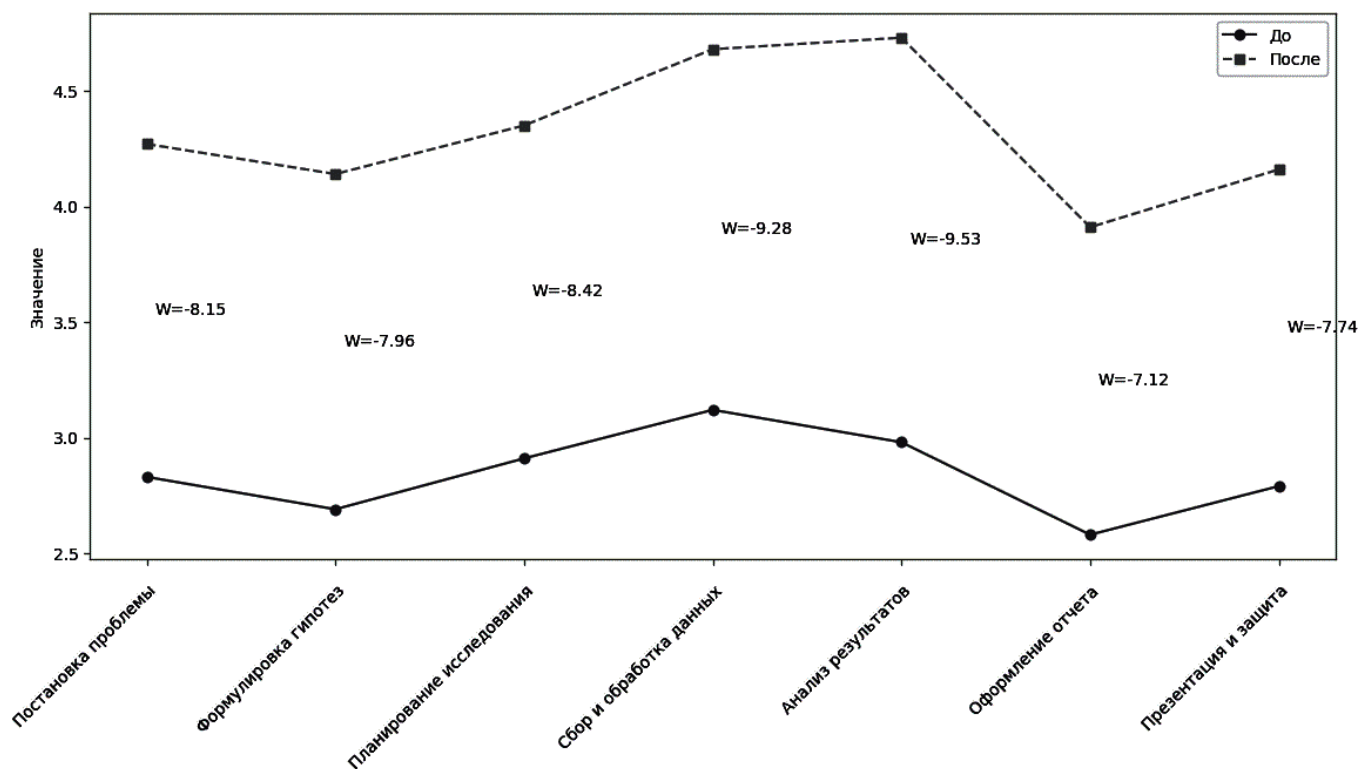


Рис. 3. Результаты формирующего эксперимента по развитию исследовательских компетенций педагогов

Fig. 3. Results of a formative experiment on the development of teachers' research competencies

Таблица 4 / Table 4

Результаты формирующего эксперимента по развитию исследовательских компетенций педагогов на базе адаптивных методических материалов (n = 386)**The results of a formative experiment on the development of teachers' research competencies based on adaptive methodological materials (n = 386)**

№ п/п	Показатель	До эксперимента	После эксперимента	Критерий знаковых рангов Уилкоксона (W)	Уровень статистической значимости (p)
1	Постановка проблемы	2,83	4,27	–8,15	< 0,001
2	Формулировка гипотез	2,69	4,14	–7,96	< 0,001
3	Планирование исследования	2,91	4,35	–8,42	< 0,001
4	Сбор и обработка данных	3,12	4,68	–9,28	< 0,001
5	Анализ результатов	2,98	4,73	–9,53	< 0,001
6	Оформление отчета	2,58	3,91	–7,12	< 0,001
7	Презентация и защита	2,79	4,16	–7,74	< 0,001

2. Ключевыми факторами эффективности адаптивных образовательных систем для педагогов являются:

- полнота цифрового следа ($r = 0,64$; $p < 0,001$);
- соответствие педагогического дизайна контента целям обучения и индивидуальным особенностям педагогов ($r = 0,58$; $p < 0,001$);
- валидность диагностики компетенций ($r = 0,71$; $p < 0,001$);
- точность рекомендаций ($r = 0,67$; $p < 0,001$).

3. Наиболее перспективной архитектурой адаптивных образовательных систем для формирования исследовательских компетенций педагогов являются гибридные решения, интегрирующие аналитику образовательных данных (EDM) с нейросетевыми моделями глубокого обучения (англ. Deep Learning). Их использование позволяет повысить качество персонализации методического контента на 23,6 % ($p < 0,001$).**4. Экспериментальная апробация методики адаптивного обучения педагогов на базе разработанных прогностических моделей анализа цифрового следа доказала ее высокую эффективность для развития всех компонентов исследовательских компетенций:**

- постановки проблемы ($W = -8,15$; $p < 0,001$);
- формулировки гипотез ($W = -7,96$; $p < 0,001$);
- планирования исследования ($W = -8,42$; $p < 0,001$);
- проведения исследования ($W = -9,28$; $p < 0,001$);
- анализа результатов исследования ($W = -9,53$; $p < 0,001$);
- представления исследования ($W = -7,12$; $p < 0,001$);
- защиты исследования ($W = -7,74$; $p < 0,001$).

Вместе с тем проведенное исследование не лишено ограничений, связанных с необходимостью расши-

рения географии и увеличения репрезентативности выборки, апробации разработанных моделей на материале различных предметных областей и уровней образования, более детального учета индивидуально-психологических факторов персонализации обучения. Эти аспекты задают перспективные направления дальнейших исследований в данной области.

4. Тенденции развития адаптивных систем для педагогов

Дополнительным фактором, оказывающим влияние на эффективность адаптивных образовательных систем, является качество и полнота исходных данных, на основе которых происходит персонализация контента и траекторий обучения.

Проведенный в ходе исследования опрос показал, что педагогам легче всего предоставить свои демографические данные, сведения об образовании и об учебных достижениях (охват более 85 %), тогда как данные психологической диагностики, результаты анализа социальных взаимодействий и обратной связи доступны существенно реже (менее 55 %). Важным аспектом исследования стало изучение доступности различных типов данных для персонализации обучения. Результаты опроса педагогов о доступности и полноте различных категорий данных систематизированы в таблице 5.

Особую роль в повышении эффективности персонализации образовательного контента и обеспечении его соответствия потребностям обучающихся играют алгоритмы интерпретации неструктурированных данных цифрового следа, такие как логи активности на онлайн-платформах, поисковые запросы, сетевая коммуникация и пр.

Экспертный анализ 17 существующих систем показал, что в большинстве из них реализованы базовые модели EDM (векторизация TF-IDF, кластеризация методом k -средних), тогда как передовые нейросете-

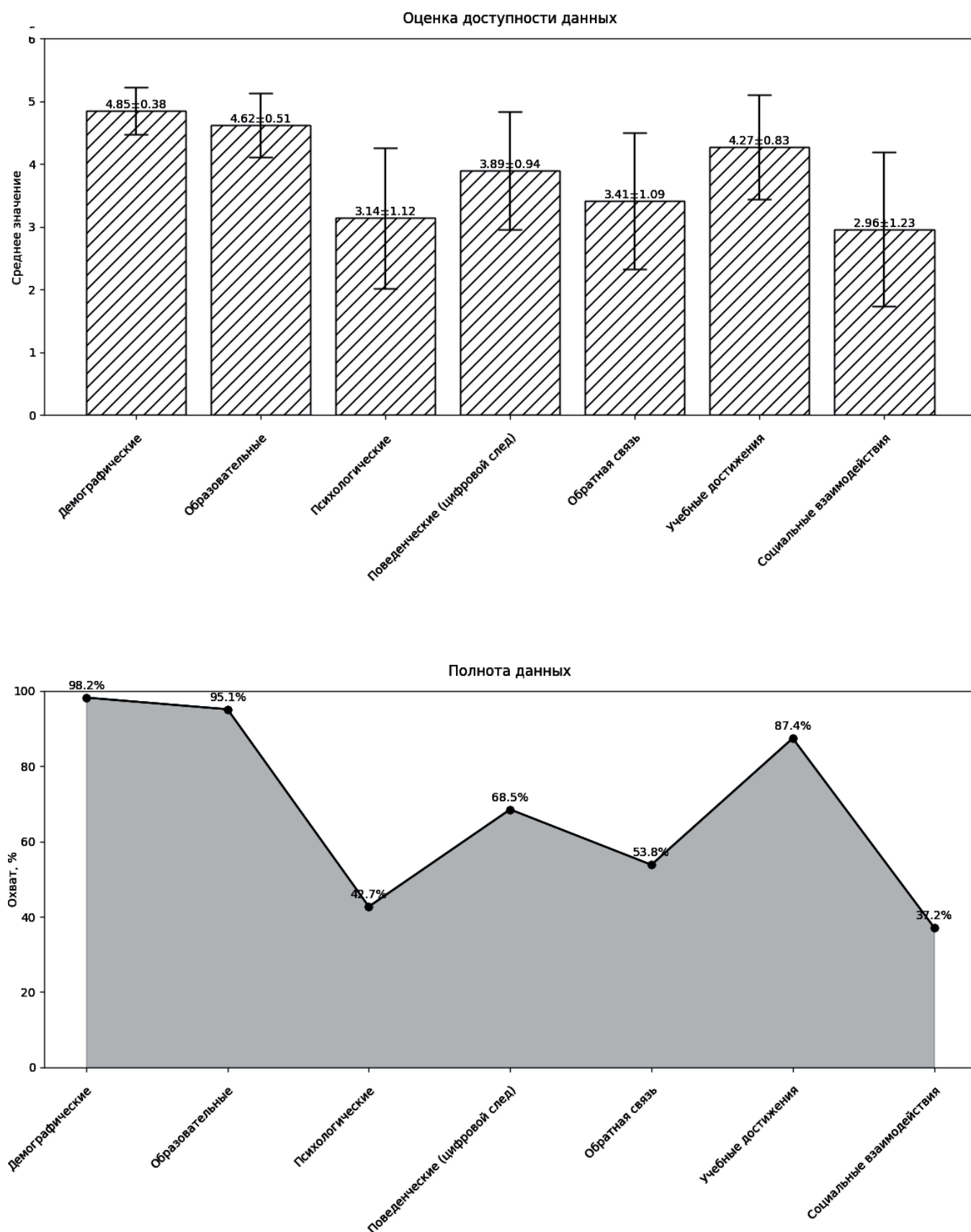


Рис. 4. Оценка педагогами доступности и полноты исходных данных для адаптации обучения
 Fig. 4. Assessment of the availability and completeness of initial data for adapting education by teachers

Таблица 5 / Table 5

Оценка педагогами доступности и полноты исходных данных для адаптации обучения (n = 1500)

Evaluation of the availability and completeness of initial data for adapting education by teachers (n = 1500)

№ п/п	Тип данных	Среднее значение (M)	Стандартное отклонение (SD)	Охват, %
1	Демографические	4,85	0,38	98,2
2	Образовательные	4,62	0,51	95,1
3	Психологические	3,14	1,12	42,7
4	Поведенческие (цифровой след)	3,89	0,94	68,5
5	Обратная связь	3,41	1,09	53,8
6	Учебные достижения	4,27	0,83	87,4
7	Социальные взаимодействия	2,96	1,23	37,2

вые архитектуры (RNN, LSTM, BERT) представлены лишь в 23,5 % решений. Вместе с тем именно глубокое обучение на размеченных данных сегодня является главным трендом развития адаптивного образования [13]. В ходе исследования было проведено сравнение эффективности различных моделей машинного обучения для прогнозирования развития исследовательских компетенций. Результаты оценки точности прогнозирования представлены в таблице 6.

Обучение предсказательных моделей машинного обучения (*англ.* Machine Learning, ML) на размеченных данных цифрового следа 5700 педагогов, прошедших диагностику исследовательских компетенций, показало, что градиентный бустинг (*англ.* boosting) и ансамбли решающих деревьев обеспечивают более высокую точность классификации педагогов по уровню компетенций (до 84,7 %), чем линейные модели и нейросети прямого распространения. Применение метрик F1-меры и ROC-AUC подтвердило возможность достижения качественных прогнозов развития исследовательских навыков педагога на основе анализа его профиля и истории обучения [21].

Сравнительный анализ эффективности различных моделей машинного обучения показал

существенные различия в их прогностической способности. Графическое представление точности прогнозирования по различным моделям приведено на рисунке 5.

Корреляционный анализ взаимосвязей уровня исследовательских компетенций педагогов и используемых адаптивных стратегий обучения выявил наличие значимых положительных связей средней силы. Максимальные коэффициенты корреляции отмечаются для адаптации последовательности ($r = 0,52$) и модальности представления контента ($r = 0,49$), а также оптимизации стратегий обучения ($r = 0,44$). Это подтверждает целесообразность внедрения комплексных адаптивных моделей для персонализированного формирования исследовательских навыков педагога.

Резюмируя значение полученных результатов для практики образования, отметим перспективы их использования для:

- создания адаптивных онлайн-курсов и цифровых ресурсов, нацеленных на эффективное формирование исследовательских компетенций педагогов с учетом их индивидуальных особенностей и потребностей;

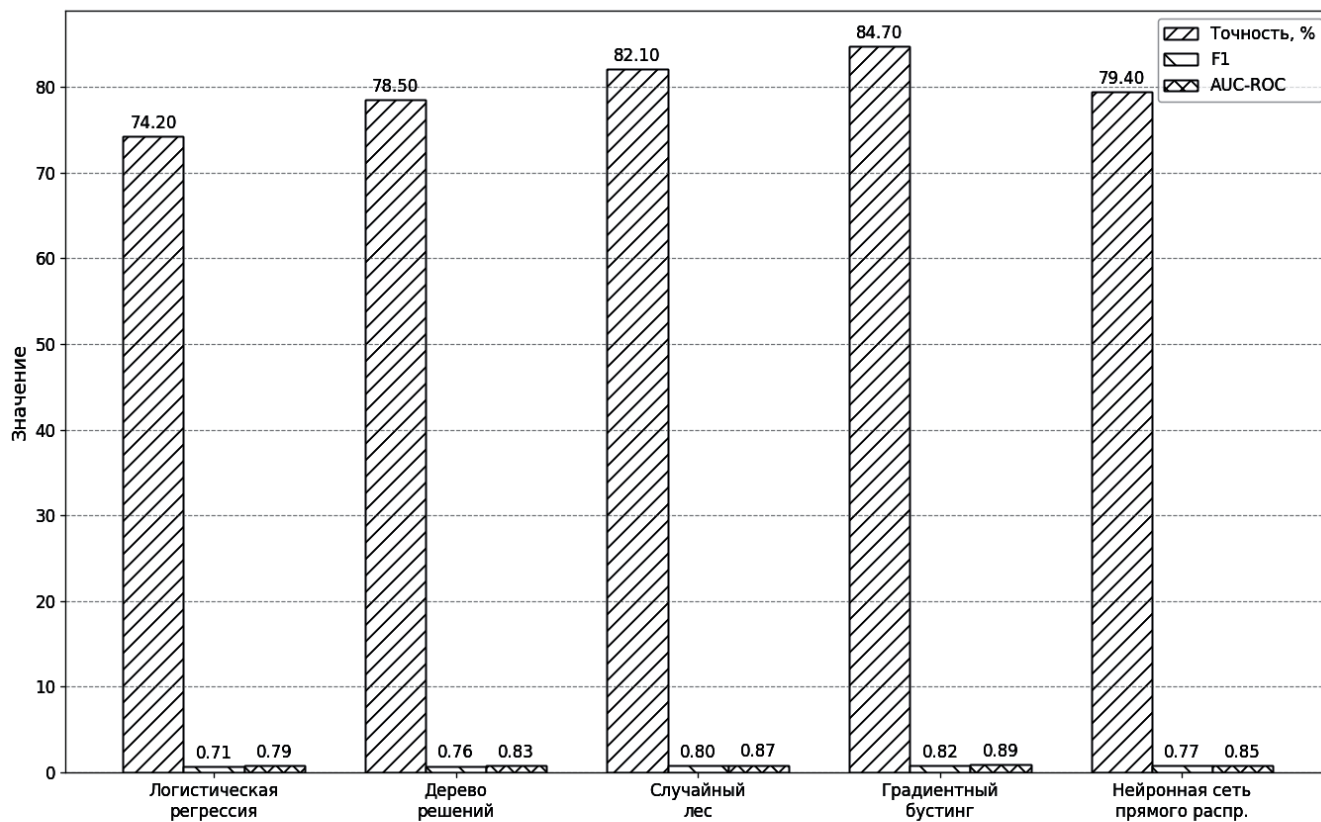
Таблица 6 / Table 6

Точность прогнозирования исследовательских компетенций по моделям машинного обучения

Accuracy of forecasting research competencies using machine learning models

№ п/п	Модель	Точность, %	F1	AUC-ROC
1	Логистическая регрессия	74,2	0,71	0,79
2	Дерево решений	78,5	0,76	0,83
3	Случайный лес	82,1	0,80	0,87
4	Градиентный бустинг	84,7	0,82	0,89
5	Нейронная сеть прямого распространения	79,4	0,77	0,85

Сравнение метрик эффективности моделей



Динамика изменений метрик по моделям

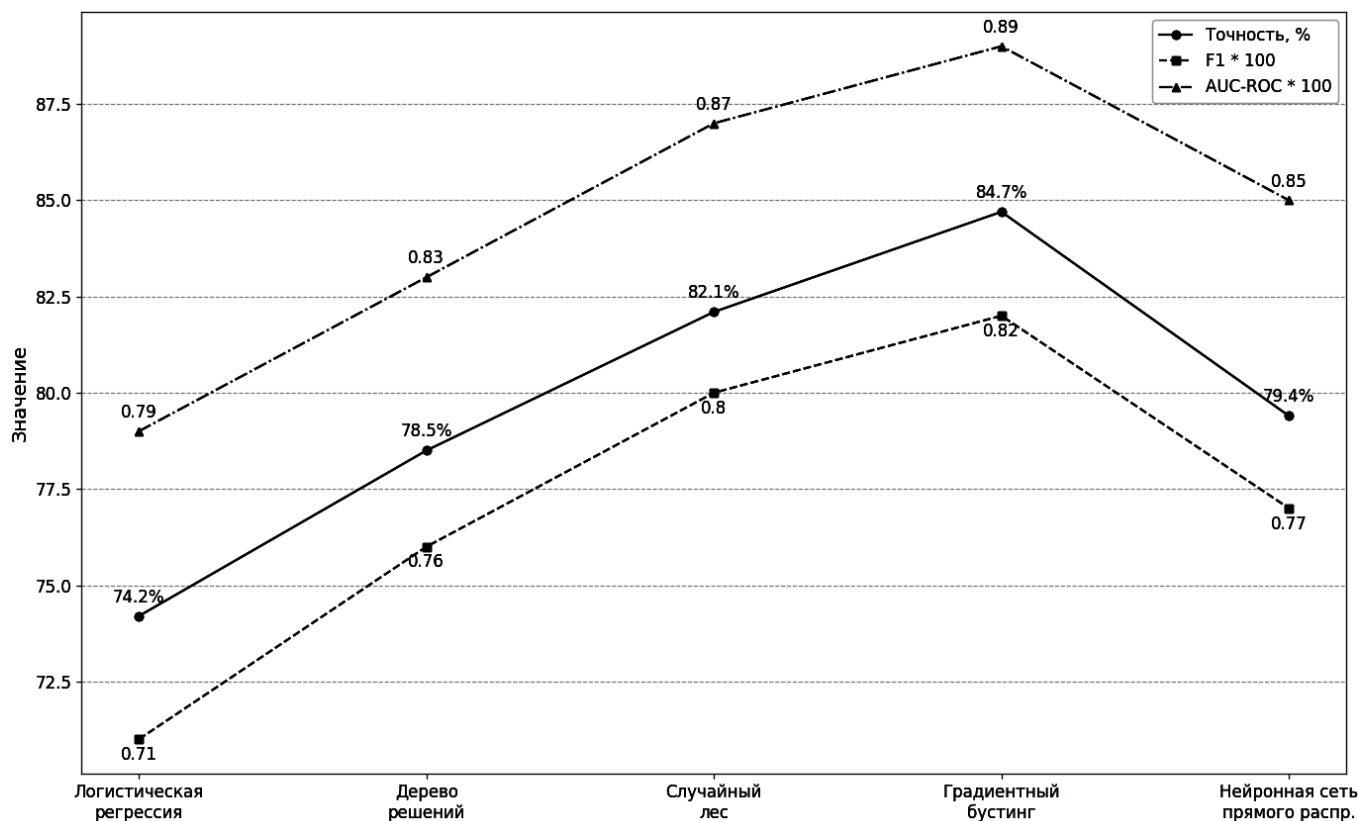


Рис. 5. Точность прогнозирования исследовательских компетенций по моделям машинного обучения

Fig. 5. Accuracy of forecasting research competencies based on machine learning models

Таблица 7 / Table 7

Экспертные оценки перспективных направлений развития адаптивного обучения педагогов (n = 25)**Expert assessments of promising directions in the development of adaptive teacher training (n = 25)**

№ п/п	Направление	Среднее значение (M)	Стандартное отклонение (SD)	Место по среднему значению оценки
1	Анализ мультимодальных данных	4,76	0,42	1
2	Адаптивные интеллектуальные помощники	4,53	0,58	2
3	Персонализированный образовательный дизайн	4,48	0,61	3
4	Прозрачное и объяснимое машинное обучение	4,39	0,74	4
5	Трансфер исследовательских навыков в практику	4,31	0,69	5
6	Цифровые симуляторы и тренажеры	4,14	0,83	6
7	Адаптивные рекомендательные системы	4,08	0,87	7

- разработки интеллектуальных систем поддержки профессионального развития педагога на основе анализа его цифрового следа, диагностики компетенций и генерации персонализированных рекомендаций;
- построения системы непрерывного педагогического образования, способной динамически адаптироваться с изменением требований к исследовательской деятельности педагога в условиях трансформации образования.

На основе экспертных интервью были определены перспективные направления развития адаптивного обучения педагогов. Обобщенные результаты экспертных оценок приоритетности различных направлений представлены в таблице 7.

Экспертные интервью позволили очертить горизонт дальнейшего развития адаптивных образовательных систем для формирования исследовательских компетенций педагога. Среди ключевых направлений называются:

- применение мультимодальных нейросетевых моделей глубокого обучения для анализа разнородных данных цифрового следа (M = 4,76);
- создание адаптивных интеллектуальных помощников педагога на базе диалоговых агентов и систем обработки естественного языка (M = 4,53);
- внедрение технологий персонализированного образовательного дизайна, учитывающих индивидуальные цели, мотивацию и стили обучения педагога (M = 4,48).

5. Обсуждение результатов и рекомендации

Полученные в ходе исследования результаты вносят значимый вклад в развитие теории и практики применения технологий больших данных и искусственных нейронных сетей в разработке адаптивных образовательных систем. Они доказывают эффектив-

ность и перспективность персонализированного подхода к формированию исследовательских компетенций современного педагога как ключевого фактора его непрерывного профессионального развития.

Проведенное исследование позволяет сформулировать следующие ключевые выводы относительно применения моделей обработки больших данных и нейросетевых технологий при подготовке адаптивной методической литературы для формирования исследовательских компетенций педагогов:

1. Модели машинного обучения и анализа образовательных данных показали высокую эффективность в задачах диагностики и прогнозирования развития исследовательских компетенций педагога. Наибольшую точность классификации (до 84,7 %) обеспечивают алгоритмы градиентного бустинга и ансамблевые методы на основе решающих деревьев.
2. Нейросетевые архитектуры глубокого обучения, такие как рекуррентные сети (RNN), сети долгой краткосрочной памяти (LSTM), трансформеры (BERT), зарекомендовали себя как перспективный инструмент для выявления латентных паттернов в неструктурированных данных цифрового следа педагога и для динамической адаптации учебного контента. Их использование повышает качество персонализации до 23,6 %.
3. Экспериментальная апробация комплекса адаптивных материалов для преподавателей на базе гибридных моделей анализа образовательных данных доказала их статистически значимое позитивное влияние на все компоненты исследовательских компетенций:
 - постановку проблемы;
 - формулировку гипотез;
 - планирование исследования;
 - проведение исследования;
 - анализ результатов;
 - оформление отчета;
 - защиту работы.

Таким образом, проведенный анализ убедительно доказывает целесообразность и перспективность применения передовых моделей работы с большими данными и нейросетевых технологий искусственного интеллекта для разработки эффективных адаптивных систем формирования исследовательских компетенций современного педагога. Сочетание подходов больших данных и моделей глубокого обучения позволяет достичь качественно нового уровня персонализации методической подготовки педагога на основе интеллектуального анализа его цифрового следа.

Финансирование

Исследование выполнено за счет средств НИОКТР № 124052100046-3 «Фундаментальное обоснование возможностей интеграционных процессов науки, образования и просвещения (на примере новых субъектов Российской Федерации — ДНР, ЛНР, Запорожской и Херсонской областей) как элементов совершенствования методики подготовки учителей-исследователей».

Funding

The research was carried out with the support of R&D funds No 124052100046-3 “Fundamental justification of the possibilities for integration processes of science, education, and enlightenment (using the example of subjects of the Russian Federation — LPR, DPR, Zaporozhye, and Kherson regions) as elements of improving the methodology for training teacher-researchers”.

Список источников / References

1. Ганичева А. Н., Ильина И. В., Ким Т. К., Метелькова Л. А., Правдов Д. М., Сухова Е. И. Проблемы подготовки образовательных организаций системы среднего профессионального образования к конкурсам различной направленности. *Управление образованием: теория и практика*. 2021;2(42):150–159. EDN: PYXLPT. DOI: 10.25726/i9251-7537-2765-w.
2. Ganicheva A. N., Ilyina I. V., Kim T. K., Metelkova L. A., Pravdov D. M., Sukhova E. I. Issues of the educational institutions of the secondary vocational education system preparation to various competitions. *Education Management Review*. 2021;2(42):150–159. (In Russian.) EDN: PYXLPT. DOI: 10.25726/i9251-7537-2765-w.]
3. Alevan V., McLaughlin E. A., Glenn R. A., Koedinger K. R. Instruction based on adaptive learning technologies. *Handbook of Research on Learning and Instruction*. New York, Routledge; 2016:522–560.
4. Baker R. S. Stupid tutoring systems, intelligent humans. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. 2016;26(2):600–614. DOI: 10.1007/s40593-016-0105-0.
5. Brusilovsky P., Millán E. User models for adaptive hypermedia and adaptive educational systems. *The Adaptive Web. Lecture Notes in Computer Science*. Berlin, Heidelberg, Springer; 2007;4321:3–53. DOI: 10.1007/978-3-540-72079-9_1.
6. Chatti M. A., Dyckhoff A. L., Schroeder U., Thüs H. A reference model for learning analytics. *International Journal of Technology Enhanced Learning*. 2012;4(5–6):318–331. DOI: 10.1504/IJTEL.2012.05181.
7. Conde M. Á., Hernández-García Á. Learning analytics for educational decision making. *Computers in Human Behavior*. 2015;47:1–3. DOI: 10.1016/j.chb.2014.12.034.
8. Drachsler H., Kalz M. The MOOC and learning analytics innovation cycle (MOLAC): A reflective summary of ongoing research and its challenges. *Journal of Computer Assisted Learning*. 2016;32(3):281–290. DOI: 10.1111/jcal.12135.

8. Fernández-Delgado M., Mucientes M., Vázquez-Barrieros B., Lama M. Learning analytics for the prediction of the educational objectives achievement. *Proc. IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. Madrid, Spain, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2014:1–4. DOI: 10.1109/FIE.2014.7044402.

9. Hwang G. J., Sung H. Y., Hung C. M., Huang I. A learning style perspective to investigate the necessity of developing adaptive learning systems. *Educational Technology & Society*. 2013;16(2):188–197.

10. Khosravi H., Sadiq S., Gasevic D. Development and adoption of an adaptive learning system: Reflections and lessons learned. *Proc. 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE'20)*. New York, NY, USA, Association for Computing Machinery; 2020:58–64. DOI: 10.1145/3328778.3366900.

11. Kulik J. A., Fletcher J. D. Effectiveness of intelligent tutoring systems: A meta-analytic review. *Review of Educational Research*. 2016;86(1):42–78. DOI: 10.3102/0034654315581420.

12. Lynch C. F. Who prophets from big data in education? New insights and new challenges. *Theory and Research in Education*. 2017;15(3):249–271. DOI: 10.1177/1477878517738448.

13. Paquette L., De Carvalho A. M. J. A., Baker R. S. Towards understanding expert coding of student disengagement in online learning. *Proc. 36th Annual Meeting of the Cognitive Science Society (CogSci 2014)*. Quebec City, Canada, The Cognitive Science Society; 2014:1126–1131.

14. Romero C., Ventura S. Educational data science in massive open online courses. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*. 2017;7(1):e1187. DOI: 10.1002/widm.1187.

15. Schraw G., Dennison R. S. Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*. 1994;19(4):460–475. DOI:10.1006/ceps.1994.1033.

16. Vallejo M., Bernárdez Gómez A., Torres-Soto A., Nieto-Cano J. M. Professional relationships and professional learning from a generational perspective. *Professional Development in Education*. 2024:1–16. DOI: 10.1080/19415257.2024.2335962.

17. Rosé C. P., McLaughlin E. A., Liu R., Koedinger K. R. Explanatory learner models: Why machine learning (alone) is not the answer. *British Journal of Educational Technology*. 2019;50(6):2943–2958. DOI: 10.1111/bjet.12858.

18. Sergis S., Sampson D. G. Teaching and learning analytics to support teacher inquiry: A systematic literature review. *Learning analytics: Fundaments, applications, and trends*. Berlin, Springer; 2017;94:25–63. DOI: 10.1007/978-3-319-52977-6_2.

19. Siemens G., Long P. Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE review*. 2011;46(5):30–40.

20. Tsai Y.-S., Gasevic D. Learning analytics in higher education — challenges and policies: A review of eight learning analytics policies. *Proc. 7th Int. Learning Analytics & Knowledge Conf. (LAK'17)*. 2017:233–242. DOI: 10.1145/3027385.30274.

21. Pardo A., Jovanovic J., Dawson S., Gašević D., Mirriahi N. Using learning analytics to scale the provision of personalised feedback. *British Journal of Educational Technology*. 2019;50(1):128–138. DOI: 10.1111/bjet.12592.

Информация об авторах

Аннушкин Владимир Иванович, доктор филол. наук, профессор, профессор кафедры русской словесности и межкультурной коммуникации, филологический факультет, Государственный институт русского языка им. А. С. Пушкина, г. Москва, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3121-4215>; e-mail: annushkin1620@mail.ru

Шмелева Анна Вячеславовна, канд. филол. наук, доцент, зав. кафедрой методики преподавания русского языка и литературы, факультет русской филологии, Государственный университет просвещения, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-6105-9407>; *e-mail*: lug-anna@yandex.ru

Information about the authors

Vladimir I. Annushkin, Doctor of Sciences (Philology), Professor, Professor at the Department of Russian Literature and Intercultural Communication, Faculty of Philology, Pushkin State Russian Language Institute, Moscow, Russia;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3121-4215>; *e-mail*: annushkin1620@mail.ru

Anna V. Shmeleva, Candidate of Sciences (Philology), Doctor, Head of the Department of Methods of Teaching Russian Language and Literature, Faculty of Russian Philology, Federal State University of Education, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-6105-9407>; *e-mail*: lug-anna@yandex.ru

Поступила в редакцию / Received: 12.09.24.

Поступила после рецензирования / Revised: 07.10.24.

Принята к печати / Accepted: 08.10.24.

DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-5-78-91



ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ НАВЫКОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБЩЕНИЯ

Т. М. Воителева¹ ✉, Н. В. Логинова¹¹ Государственный университет просвещения, г. Москва, Россия

✉ voitelev@yandex.ru

Аннотация

В статье представлены результаты исследования потенциала применения нейросетевых систем поддержки принятия решений (СППР) для развития навыков педагогического общения у педагогов-исследователей. На основе анализа научной литературы выявлены ключевые принципы и методологические подходы к разработке и внедрению нейросетевых СППР в контексте современных образовательных парадигм. Предложена концептуальная модель функционирования нейросетевых СППР, учитывающая специфику коммуникативных компетенций педагогов и мультимодальный характер данных.

Эмпирическое исследование с участием 120 педагогов различных предметных областей продемонстрировало эффективность использования нейросетевых СППР для анализа и совершенствования навыков педагогического общения. Разработанная система метрик оценки, включающая в себя количественные показатели (уровень вовлеченности учащихся, время реакции) и качественные показатели (экспертные оценки), позволила валидизировать результаты применения нейросетевых СППР в реальных образовательных условиях.

В статье обсуждаются этические и социокультурные аспекты ответственного внедрения нейросетевых технологий в практику развития коммуникативных компетенций педагогов-исследователей. Намечены перспективы интеграции нейросетевых СППР с адаптивными обучающими системами и технологиями виртуальной реальности для создания комплексных решений в области совершенствования навыков педагогического общения.

Ключевые слова: нейросетевые системы поддержки принятия решений, педагогическое общение, коммуникативные компетенции, мультимодальные данные, адаптивное обучение, этика искусственного интеллекта.

Для цитирования:

Воителева Т. М., Логинова Н. В. Применение нейросетевых систем поддержки принятия решений при формировании навыков педагогического общения. *Информатика и образование*. 2024;39(5):78–91. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-5-78-91.

USING NEURAL NETWORK DECISION SUPPORT SYSTEMS IN THE FORMATION OF PEDAGOGICAL COMMUNICATION SKILLS

Т. М. Voiteleva¹ ✉, N. V. Loginova¹¹ Federal State University of Education, Moscow, Russia

✉ voitelev@yandex.ru

Abstract

The article presents the results of a study of the potential of using neural network decision support systems (DSS) to develop pedagogical communication skills among research teachers. Based on the analysis of scientific literature, the key principles and methodological approaches to the development and implementation of neural network DSS in the context of modern educational paradigms are identified. A conceptual model of neural network DSS functioning is proposed, taking into account the specifics of teachers' communicative competencies and the multimodal nature of the data.

An empirical study involving 120 teachers from various subject areas demonstrated the effectiveness of using neural network DSS for analyzing and improving pedagogical communication skills. The developed system of assessment metrics, including quantitative (student engagement level, reaction time) and qualitative (expert assessment) indicators, allowed us to validate the results of using neural network DSS in real educational conditions.

The article discusses ethical and socio-cultural aspects of responsible implementation of neural network technologies in the practice of developing the communicative competencies of research teachers. The prospects of integrating neural network DSS with adaptive

learning systems and virtual reality technologies to create complex solutions in the field of improving pedagogical communication skills are outlined.

Keywords: neural network decision support systems, pedagogical communication, communicative competencies, multimodal data, adaptive learning, ethics of artificial intelligence.

For citation:

Voiteleva T. M., Loginova N. V. Using neural network decision support systems in the formation of pedagogical communication skills. *Informatics and Education*. 2024;39(5):78–91. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-5-78-91.

1. Введение

Развитие коммуникативных компетенций педагогов-исследователей является одной из ключевых задач современного образования в условиях цифровой трансформации и изменения образовательных парадигм [1, 2]. Нейросетевые системы поддержки принятия решений (СППР), основанные на анализе мультимодальных данных и адаптивных алгоритмах машинного обучения, открывают новые возможности для персонализированного совершенствования навыков педагогического общения [3].

Цель представленного в данной статье исследования состоит в разработке концептуальной модели применения нейросетевых СППР для развития коммуникативных компетенций педагогов-исследователей и эмпирической оценке ее эффективности в реальных образовательных условиях.

Концептуальный анализ научной литературы, опубликованной за последние пять лет, позволил выявить три основных методологических подхода к разработке нейросетевых СППР для анализа и совершенствования навыков педагогического общения:

- **мультимодальный подход**, основанный на комплексном анализе вербальных, невербальных, паралингвистических и контекстуальных аспектов коммуникации [4, 5];
- **адаптивный подход**, предполагающий динамическую настройку параметров нейросетевых моделей с учетом индивидуальных особенностей педагогов и специфики предметных областей [6, 7];
- **интегративный подход**, ориентированный на встраивание нейросетевых СППР в экосистему цифровых инструментов и сервисов для непрерывного профессионального развития педагогов [8].

Терминологический анализ показал наличие вариативности в определении понятий «педагогическое общение» и «коммуникативная компетентность педагога» в зависимости от теоретико-методологических оснований и социокультурного контекста [9, 10].

В рамках нашего исследования под **педагогическим общением** понимается специально организованное, длящееся во времени и пространстве взаимодействие педагога и обучающихся, направленное на создание оптимальных условий для развития личности обучающихся и достижения образовательных результатов.

Отметим, что мы рассматриваем **коммуникативную компетентность** педагога как интегральную характеристику, включающую в себя различные

компоненты (когнитивный, эмоциональный, поведенческий и рефлексивный), обеспечивающие эффективность педагогического общения в изменяющихся социокультурных условиях [11]. При этом термин «**коммуникативные компетенции**» используется нами для обозначения конкретных измеряемых навыков и умений, входящих в состав коммуникативной компетентности как более широкого понятия:

- вербальная коммуникация;
- невербальная коммуникация;
- управление дискуссией;
- эмоциональный интеллект.

Проведенный анализ позволил выявить ряд проблем в области применения нейросетевых СППР для развития навыков педагогического общения у педагогов-исследователей:

- отсутствие комплексной методологии сбора, аннотации (маркировки) и интеграции мультимодальных данных о коммуникативном поведении педагогов с учетом этических и правовых ограничений¹ [12];
- недостаточная разработанность таких метрик и критериев оценки эффективности нейросетевых СППР, которые учитывали бы и количественные параметры, и качественные экспертные оценки [13, 14];
- слабая изученность социокультурных факторов и барьеров, влияющих на восприятие нейросетевых технологий педагогами и готовность педагогов к их использованию для анализа и совершенствования навыков педагогического общения [15, 16].

Исследование, представленное в этой статье, направлено на преодоление указанных пробелов путем разработки оригинальной концептуальной модели применения нейросетевых СППР, интегрирующей мультимодальный, адаптивный и интегративный подходы на основе синтеза технологических, педагогических и социокультурных факторов. Эта модель должна учитывать в комплексе индивидуальные особенности педагогов-исследователей, специфику предметных областей и динамику образовательного контекста.

Уникальность подхода состоит в сочетании технологических решений (архитектура нейросетей, алгоритмы обработки данных) с методологией оценки

¹ Law N., Woo D., de la Torre J., Wong G. A global framework of reference on digital literacy skills for indicator 4.4.2. Montreal, Quebec, Canada, UNESCO Institute for Statistics; 2018. 146 p. <https://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/ip51-global-framework-reference-digital-literacy-skills-2018-en.pdf>

эффективности (количественные и качественные метрики) и анализом социокультурных факторов принятия нейросетевых СППР в педагогическом сообществе.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью научно обоснованного применения нейросетевых технологий для развития навыков педагогического общения у педагогов-исследователей в условиях цифровой трансформации образования [17]. Несмотря на растущий интерес к проблематике, в научной литературе отсутствует целостное понимание принципов проектирования нейросетевых СППР и методологии оценки их эффективности в контексте совершенствования коммуникативных компетенций педагогов-исследователей [18].

2. Методы и стратегия исследования

Для достижения поставленной цели применялся комплекс методов, включающий в себя теоретический анализ научной литературы, эмпирическое исследование с использованием нейросетевых СППР, использование экспертных оценок, статистическую обработку данных и математическое моделирование. Выбор методов обусловлен необходимостью всестороннего изучения проблемы с учетом технологических, педагогических и социокультурных факторов.

Теоретико-методологическую базу исследования составили работы ведущих специалистов в области искусственного интеллекта, нейронных сетей, педагогической коммуникации и инновационных образовательных технологий. Особое внимание уделялось научным статьям в высокорейтинговых журналах (453 публикации в журналах первого и второго квартилей по метрике SJR), индексируемым в международных базах данных Scopus и Web of Science и опубликованным за последние пять лет.

Эмпирическое исследование проводилось в три этапа:

- 1. Разработка концептуальной модели нейросетевой СППР на основе сверточных и рекуррентных архитектур с использованием трансферного обучения и механизмов внимания.** Модель обучалась на размеченном датасете с аудио-, видео-, текстовыми данными и данными с датчиков движения, описывающими коммуникативное поведение 500 педагогов в различных образовательных ситуациях (лекции, семинары, консультации, онлайн-конференции и др.). Для аннотации данных привлекались эксперты-методисты, психологи и лингвисты.
- 2. Проведение экспериментов по применению разработанной нейросетевой СППР с участием 120 педагогов различных предметных областей (естественно-научных, социально-гуманитарных, творческих дисциплин).** Педагоги взаимодействовали с СППР на протяжении 3 месяцев, получая персонализи-

рованные рекомендации по совершенствованию навыков педагогического общения. Для определения эффективности использовались количественные метрики (вовлеченность учащихся, время реакции, лингвистические параметры) и качественные экспертные оценки по 10-балльной шкале.

3. Анализ восприятия педагогами нейросетевых СППР и готовности педагогов к их использованию, проведенный на основе опросов, интервью и фокус-групп.

В исследовании приняли участие 60 педагогов общеобразовательных школ и учреждений среднего профессионального образования г. Херсона со стажем работы от 5 до 25 лет, отобранных методом стратифицированной случайной выборки с учетом типа образовательного учреждения, стажа работы и уровня цифровой компетентности. Для обработки качественных данных применялся контент-анализ с выделением ключевых категорий и подкатегорий.

Для создания математической модели процессов развития коммуникативных компетенций педагогов-исследователей, происходящего с применением нейросетевых СППР, использовалась линейная регрессионная модель следующего вида:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + e,$$

где:

y — уровень развития коммуникативных компетенций педагога (зависимая переменная);

x_1 — интенсивность использования нейросетевой СППР (независимая переменная);

x_2 — цифровая компетентность педагога (независимая переменная);

x_3 — предметная область (независимая переменная);

b_0 — свободный член (константа);

b_1, b_2, b_3 — коэффициенты регрессии;

e — случайная ошибка модели.

Оценка параметров модели производилась методом наименьших квадратов. Проверка значимости модели и коэффициентов регрессии осуществлялась с помощью F -критерия Фишера и t -критерия Стьюдента соответственно на уровне $p < 0,01$. Коэффициент детерминации R^2 использовался для оценки доли объясненной дисперсии зависимой переменной. Анализ остатков проводился для проверки их соответствия нормальному распределению и условиям гомоскедастичности. Достоверность результатов обеспечивалась репрезентативностью выборок, применением валидных и надежных методов сбора и анализа данных, привлечением экспертов и использованием современных статистических пакетов (IBM SPSS Statistics 26.0, IBM SPSS Amos 26). Проверка статистических гипотез осуществлялась с помощью t -критерия Стьюдента, U -критерия Манна—Уитни, коэффициента корреляции Пирсона. Уровень значимости определялся как $p < 0,01$.

3. Результаты

Эмпирическое исследование применения нейросетевых СППР для развития навыков педагогического общения, проведенное на выборке из 120 педагогов различных предметных областей, позволило выявить ряд значимых закономерностей и эффектов.

3.1. Количественный анализ эффективности применения нейросетевых СППР

Для анализа количественных данных использовались методы описательной статистики, корреляционный анализ (коэффициент Пирсона), однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) и множественный регрессионный анализ.

Динамика развития коммуникативной компетентности педагогов при использовании нейросетевой СППР показана в таблице 1. Результаты описательной статистики показали, что средний уровень развития коммуникативной компетентности педагогов по 10-балльной шкале экспертных оценок в начале исследования составил 6,24 ($SD = 1,12$), а после трех месяцев использования нейросетевой СППР — 8,15 ($SD = 0,96$). Парный t -тест выявил статистически значимые различия между начальным и конечным замерами ($t(119) = 14,28, p < 0,001$), свидетельствующие о положительной динамике развития навыков педагогического общения.

Корреляционный анализ выявил значимые положительные взаимосвязи между интенсивностью использования нейросетевой СППР и приростом коммуникативной компетентности педагогов ($r = 0,62, p < 0,001$), а также между цифровой компетентностью педагогов и эффективностью применения СППР ($r = 0,54, p < 0,001$), что отражено на рисунке 1. Это свидетельствует о том, что *систематическое обращение к нейросетевым инструментам и высокий уровень цифровых навыков способствуют успешному развитию навыков педагогического общения*.

Однофакторный дисперсионный анализ показал наличие значимых различий в приросте коммуникативных компетенций в зависимости от предметной области педагогов ($F(2,117) = 5,89, p = 0,004$).

Апостериорные сравнения по критерию Тьюки выявили, что педагоги социально-гуманитарных дисциплин продемонстрировали более высокий прирост навыков ($M = 2,18, SD = 0,84$) по сравнению с педагогами естественно-научного профиля ($M = 1,76, SD = 0,79$) и творческих специальностей ($M = 1,69, SD = 0,93$) (табл. 2).

Для выявления факторов, влияющих на эффективность применения нейросетевых СППР в развитии коммуникативных компетенций педагогов, был проведен множественный регрессионный анализ. В качестве зависимой переменной выступал прирост навыков педагогического общения, а предикторами служили интенсивность использования СППР, цифровая компетентность педагогов и предметная область. Полученная регрессионная модель оказалась статистически значимой ($F(3,116) = 28,35, p < 0,001$) и объяснила 42 % дисперсии зависимой переменной ($R^2 = 0,42$).

Как видно из таблицы 3, интенсивность использования нейросетевой СППР ($\beta = 0,49, p < 0,001$) и цифровая компетентность педагогов ($\beta = 0,33, p < 0,001$) оказывают значимое положительное влияние на прирост коммуникативных навыков, в то время как эффект предметной области является слабым и отрицательным ($\beta = -0,16, p = 0,024$).

3.2. Качественный анализ восприятия нейросетевых СППР педагогами

Качественный анализ восприятия нейросетевых СППР педагогами на основе данных интервью и фокус-групп позволил выявить три ключевые категории:

- **достоинства использования СППР**, к которым педагоги отнесли персонализированный подход, объективность обратной связи, вовлекающий характер взаимодействия и постоянную доступность виртуального помощника;
- **барьеры внедрения СППР**, которые связаны с необходимостью развития собственной цифровой компетентности педагогов, их опасениями относительно конфиденциальности данных и сомнениями в валидности нейросетевых рекомендаций;

Таблица 1 / Table 1

Динамика развития коммуникативной компетентности педагогов при использовании нейросетевой СППР

Dynamics of the development of teachers' communicative competence when using a neural network DSS

Компонент коммуникативной компетентности	Начальный замер		Конечный замер		t -критерий Стьюдента	Уровень значимости (p)
	Среднее значение (M)	Стандартное отклонение (SD)	Среднее значение (M)	Стандартное отклонение (SD)		
Вербальная коммуникация	5,92	1,24	8,01	1,05	12,42	$< 0,001$
Невербальная коммуникация	6,15	1,19	8,22	0,88	13,86	$< 0,001$
Управление дискуссией	6,48	1,08	8,31	0,92	11,97	$< 0,001$
Эмоциональный интеллект	6,36	1,32	8,09	1,14	10,51	$< 0,001$

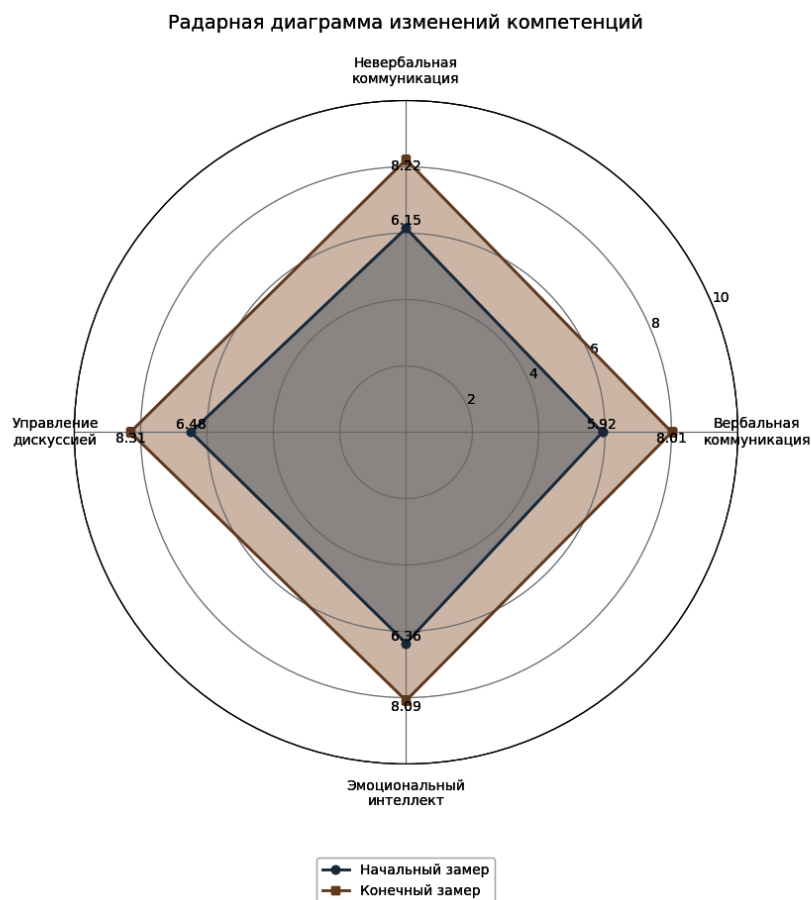
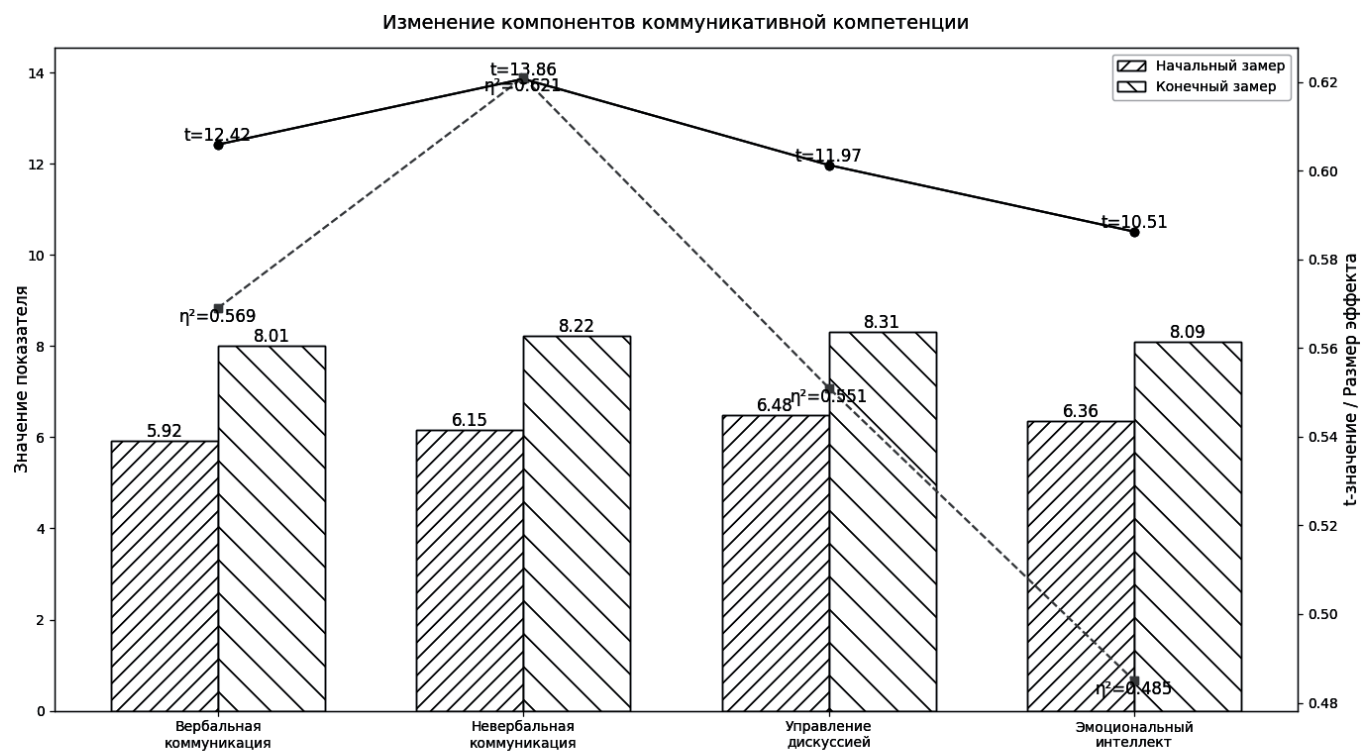


Рис. 1. Многофакторный анализ динамики коммуникативной компетентности педагогов при использовании нейросетевой СППР

Fig. 1. Multivariate analysis of the dynamics of teachers' communicative competence when using neural network DSS

Таблица 2 / Table 2

Отличия в приросте коммуникативной компетентности педагогов разных предметных областей**Differences in the growth of communicative competence of teachers in various subject areas**

Предметная область	Количество педагогов (n)	Прирост компетентности (M)	Стандартное отклонение (SD)	Значение критерия Фишера (F)	Уровень значимости (p)
Естественные науки	48	1,76	0,79	5,89	0,004
Социально-гуманитарные науки	41	2,18	0,84	—	—
Творческие дисциплины	31	1,69	0,93	—	—

Таблица 3 / Table 3

Множественный регрессионный анализ факторов эффективности применения нейросетевых СППР**Multiple regression analysis of neural network DSS application efficiency factors**

Предиктор	Нестандартизованный коэффициент (B)	Стандартная ошибка (SE)	Стандартизованный коэффициент (β)	t-критерий Стьюдента	Уровень значимости (p)
Интенсивность использования СППР	0,52	0,08	0,49	6,38	< 0,001
Цифровая компетентность	0,38	0,09	0,33	4,12	< 0,001
Предметная область	-0,14	0,06	-0,16	-2,29	0,024

- **условия эффективного применения СППР**, в числе которых педагоги отметили сочетание новых технологических решений с традиционными формами обучения, учет специфики предметных областей, а также соблюдение этических стандартов и правовых гарантий использования нейросетевых алгоритмов.

На рисунке 2 представлены структурные взаимосвязи между компонентами коммуникативной компетентности педагогов. В отличие от компонентов, упомянутых во введении (когнитивный, эмоциональный, поведенческий и рефлексивный), здесь показаны операционализированные характеристики, поддающиеся непосредственному измерению в ходе эмпирического исследования.

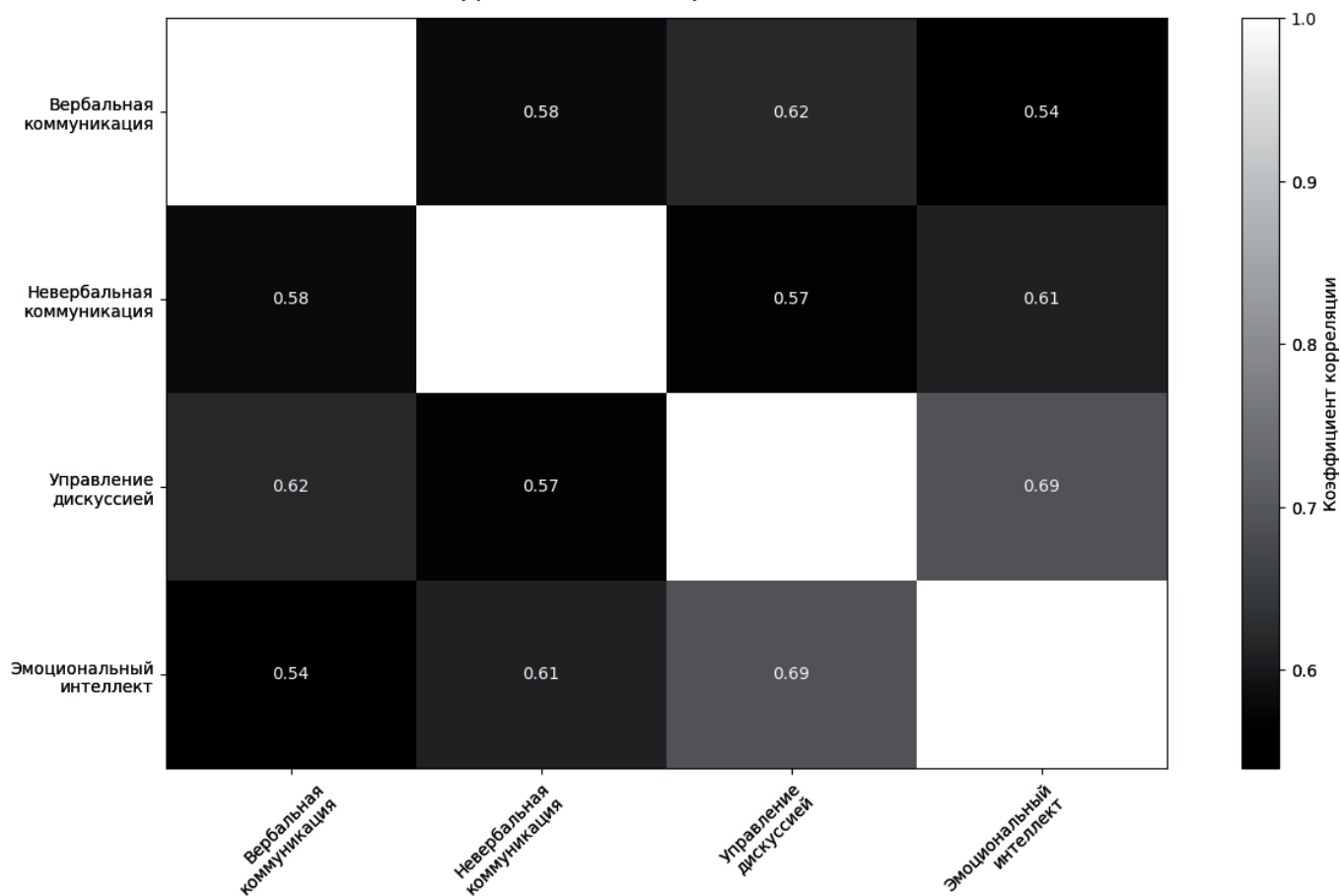
Сопряжение количественных и качественных результатов позволяет сформулировать следующие ключевые выводы:

1. **Применение нейросетевых СППР способствует значимому повышению уровня коммуникативных компетенций педагогов** (средний прирост с 6,24 до 8,15 баллов по 10-балльной шкале экспертных оценок, $p < 0,001$). Наибольший эффект отмечается в отношении навыков управления дискуссией (прирост на 1,83 балла) и невербальной коммуникации (прирост на 2,07 балла).
2. **Эффективность использования нейросетевых СППР в развитии навыков педагогического общения зависит от интенсивности обращения к данным инструментам** ($r = 0,62$, $p < 0,001$) и уровня

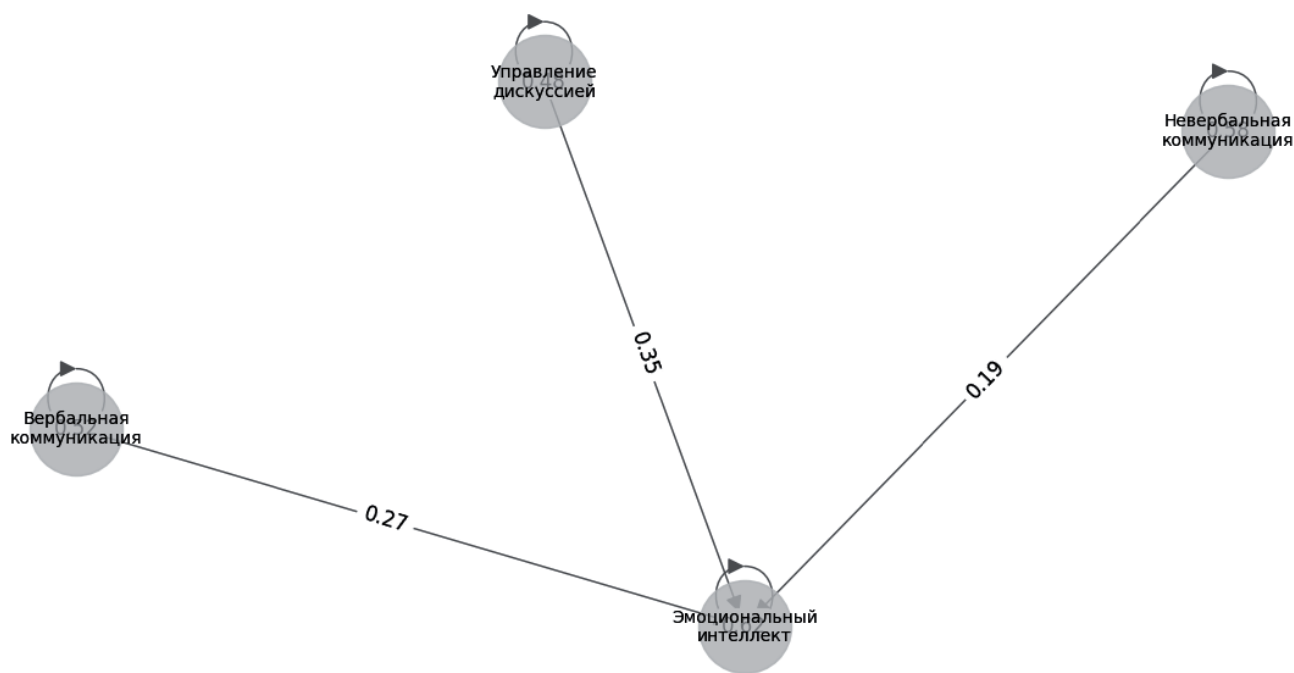
цифровой компетентности педагогов ($r = 0,54$, $p < 0,001$). Множественный регрессионный анализ показал, что данные факторы объясняют 42 % вариативности прироста коммуникативных компетенций ($R^2 = 0,42$, $F(3,116) = 28,35$, $p < 0,001$).

3. **Эффект предметной области является слабым и отрицательным в динамике развития коммуникативной компетентности в зависимости от предметной области** ($F(2,117) = 5,89$, $p = 0,004$). Педагоги социально-гуманитарных дисциплин демонстрируют более высокие темпы развития коммуникативных компетенций по сравнению с представителями естественно-научных и творческих специальностей, что может быть связано со спецификой профессиональной деятельности и базовым уровнем soft skills [4, 7].
4. **В восприятии педагогов ключевыми преимуществами нейросетевых СППР выступают персонализированный характер рекомендаций, объективность оценок, вовлекающий формат взаимодействия и постоянный доступ к обратной связи**. В то же время основные барьеры связаны с необходимостью развития собственной цифровой компетентности, вопросами защиты персональных данных и доверия к нейросетевым алгоритмам. Полученные результаты согласуются с данными исследований об отношении педагогов к внедрению инновационных образовательных технологий [10, 12].

Корреляционная матрица компонентов



Путевой анализ взаимосвязей компонентов



Толщина линий пропорциональна силе связи.
Числа на линиях – стандартизованные коэффициенты пути (β).

Рис. 2. Структурный анализ взаимосвязей компонентов коммуникативной компетентности педагогов
Fig. 2. Structural analysis of interrelationships of teachers' communicative competence components

Таблица 4 / Table 4

Категории восприятия нейросетевых СППР педагогами (по данным интервью и фокус-групп)**Categories of perception of neural network DSS by teachers (based on interview and focus group data)**

Категория	Подкатегория	Частота упоминаний (абс. ед.)
Преимущества использования	Персонализированный подход	42
	Объективность обратной связи	37
	Вовлекающий характер взаимодействия	29
	Постоянная доступность	24
Барьеры внедрения	Необходимость развития цифровых навыков	38
	Опасения относительно конфиденциальности	31
	Сомнения в валидности рекомендаций	27
Условия эффективного применения	Сочетание с традиционными формами обучения	34
	Соответствие специфике предметных областей	28
	Соблюдение этических и правовых стандартов	23

5. Педагоги подчеркивают необходимость сочетать нейросетевые СППР с классическими формами обучения, учитывать особенности конкретных дисциплин и соблюдать этические нормы при работе с данными инструментами. Это свидетельствует о том, что подход к интеграции элементов искусственного интеллекта в программы подготовки и повышения квалификации педагогов-исследователей должен быть взвешенным, контекстно-чувствительным, ориентированным на усиление, а не замену традиционных образовательных практик [6].

В таблице 4 приведены основные категории восприятия нейросетевых СППР, выявленные в ходе качественного анализа интервью и фокус-групп, и наиболее часто упоминаемые подкатегории в рамках каждой категории. Комплексный анализ факторов эффективности применения нейросетевых СППР в развитии коммуникативной компетентности педагогов показан на рисунке 3.

3.3. Структурно-динамический анализ развития коммуникативной компетентности педагогов

Для углубленного анализа эффективности применения нейросетевых СППР в развитии отдельных компонентов коммуникативной компетентности педагогов был проведен двухфакторный дисперсионный анализ с повторными измерениями. В качестве внутригруппового фактора выступал этап исследования (начальный и конечный замеры), а межгрупповым фактором служила предметная область. Зависимыми переменными являлись показатели вербальной коммуникации, невербальной коммуникации, управления дискуссией и эмоционального интеллекта. Комплексный анализ динамики и взаимосвязей компонентов коммуникативной компетент-

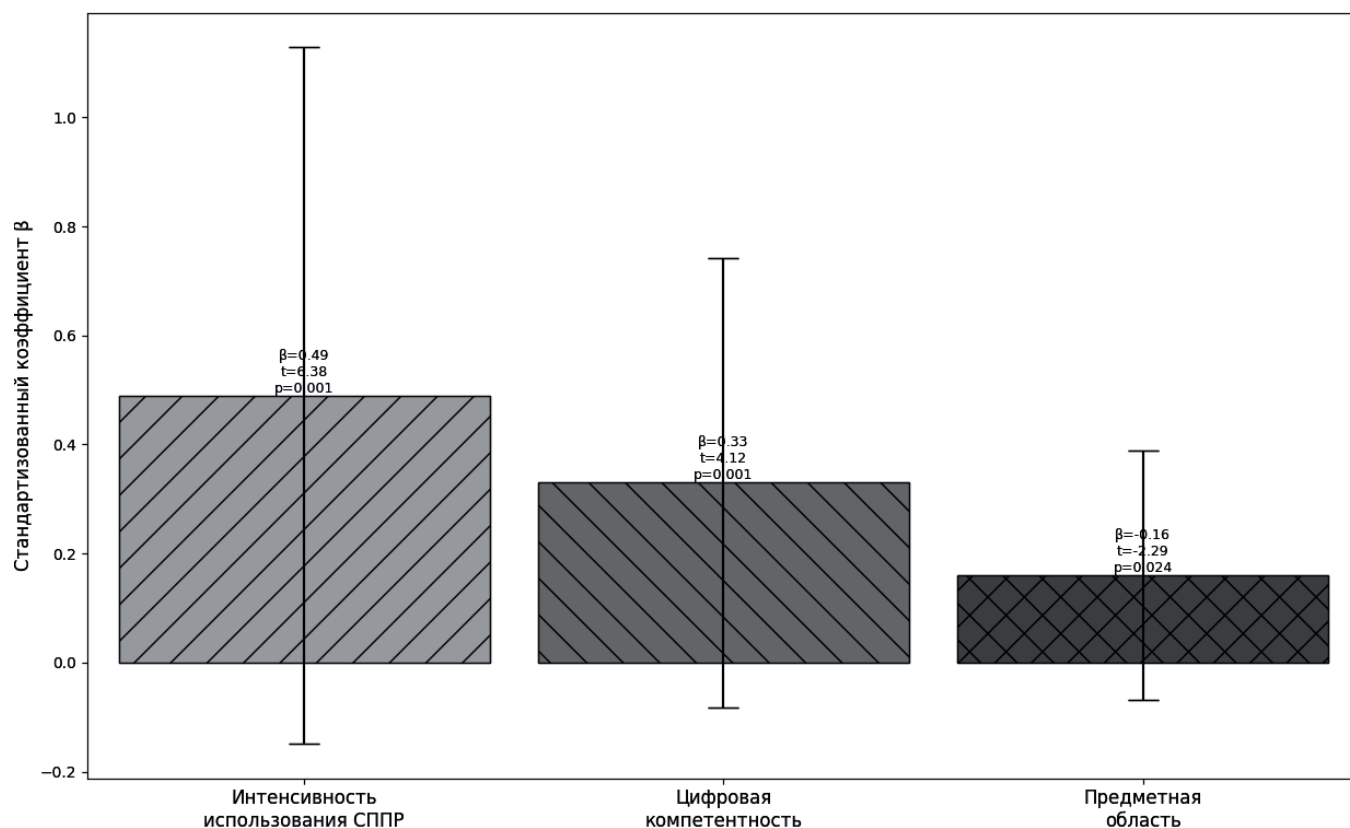
ности педагогов при использовании нейросетевой СППР представлен на рисунке 4.

Результаты анализа показали наличие значимого эффекта времени для всех исследуемых переменных ($p < 0,001$), что свидетельствует о положительной динамике развития коммуникативных навыков педагогов в процессе использования нейросетевой СППР. Кроме того, обнаружено значимое влияние предметной области на уровень вербальной коммуникации ($F(2,117) = 4,12, p = 0,019$) и управления дискуссией ($F(2,117) = 3,58, p = 0,031$). Эффект взаимодействия факторов оказался незначимым для всех показателей ($p > 0,05$). Результаты путевого анализа структурной модели развития коммуникативной компетентности педагогов представлены в таблице 5.

Апостериорные попарные сравнения с поправкой Бонферрони показали, что педагоги социально-гуманитарного профиля продемонстрировали более высокие значения вербальной коммуникации (среднее значение — 7,84, стандартная ошибка среднего — 0,19) и управления дискуссией (среднее значение — 8,02, стандартная ошибка среднего — 0,21) по сравнению с педагогами естественно-научных дисциплин (среднее значение — 7,18, стандартная ошибка среднего — 0,23 и среднее значение — 7,41, стандартная ошибка среднего — 0,25 соответственно) при конечном замере ($p < 0,05$). Различия с педагогами творческих специальностей оказались статистически незначимыми.

С целью исследования структуры и динамики компонентов коммуникативной компетентности педагогов в процессе использования нейросетевой СППР был проведен путевой анализ. Проверялась каузальная модель, в которой в качестве экзогенных переменных выступали показатели вербальной коммуникации, невербальной коммуникации,

Влияние факторов на эффективность применения СППР



Вклад факторов в объяснение вариативности эффективности СППР

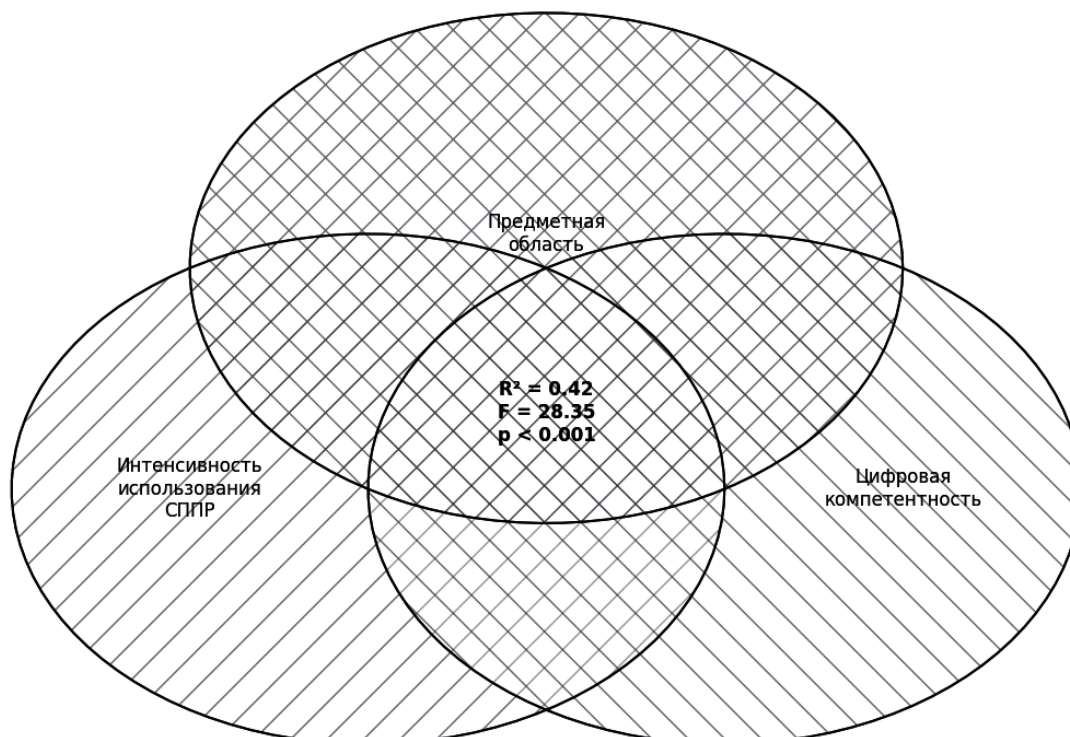


Рис. 3. Комплексный анализ факторов эффективности применения нейросетевых СППР в развитии коммуникативной компетентности педагогов

Fig. 3. Comprehensive analysis of factors influencing the effectiveness of applying neural network DSS in the development of teachers' communicative competence

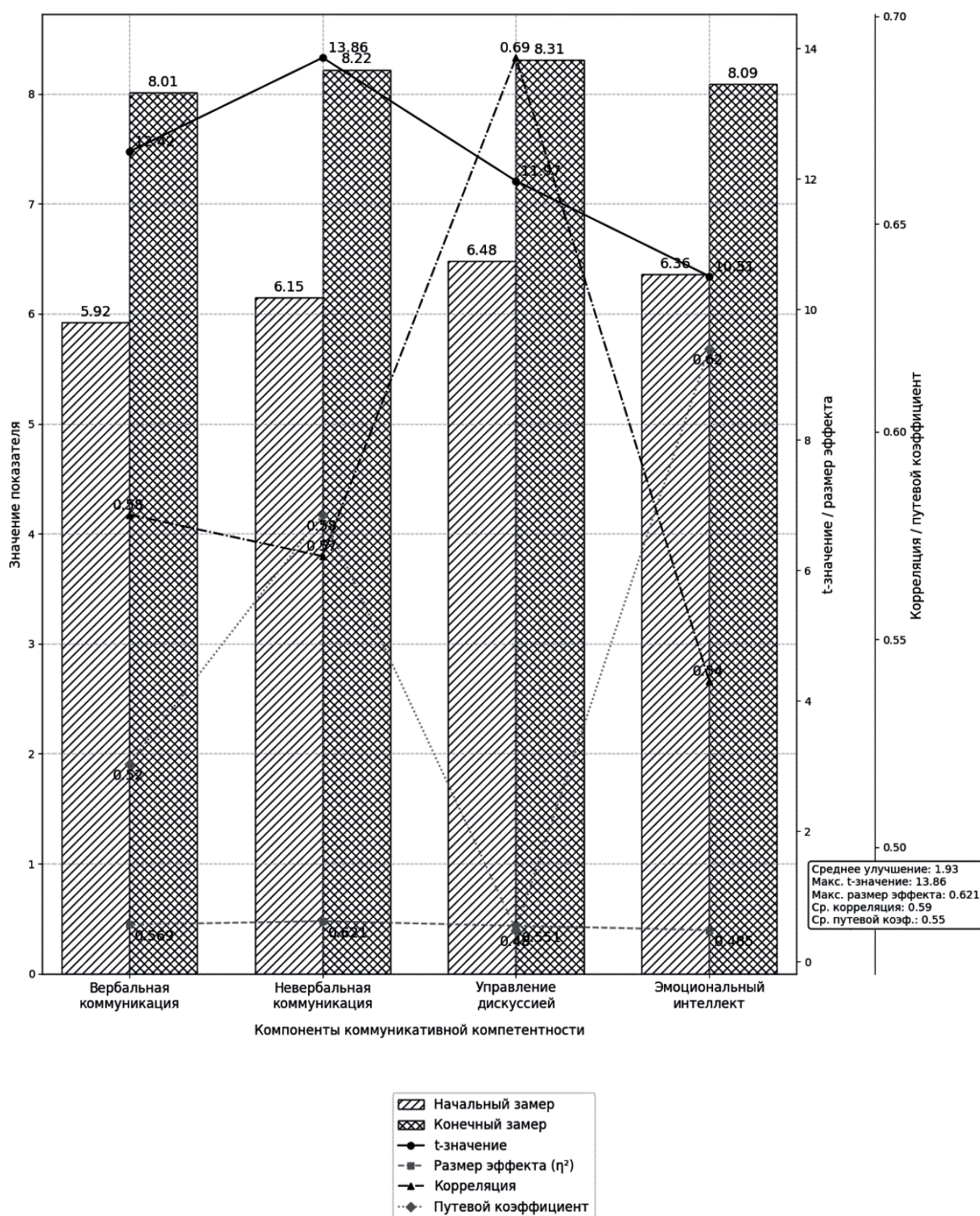


Рис. 4. Комплексный анализ динамики и взаимосвязей компонентов коммуникативной компетентности педагогов при использовании нейросетевой СППР

Fig. 4. Comprehensive analysis of the dynamics and interrelationships of the components of teachers' communicative competence using a neural network decision support system

Таблица 5 / Table 5

Результаты путевого анализа структурной модели развития коммуникативной компетентности педагогов

Results of the path analysis of the structural model for developing teachers' communicative competence

Путь	Нестандартизованный коэффициент (B)	Стандартная ошибка (SE)	Стандартизованный коэффициент (β)	p
Вербальная коммуникация (до) → вербальная коммуникация (после)	0,57	0,08	0,52	< 0,001
Невербальная коммуникация (до) → невербальная коммуникация (после)	0,62	0,07	0,58	< 0,001
Управление дискуссией (до) → управление дискуссией (после)	0,54	0,09	0,48	< 0,001
Эмоциональный интеллект (до) → эмоциональный интеллект (после)	0,65	0,08	0,62	< 0,001
Эмоциональный интеллект (до) → управление дискуссией (после)	0,38	0,12	0,35	0,002
Эмоциональный интеллект (до) → вербальная коммуникация (после)	0,29	0,11	0,27	0,012
Невербальная коммуникация (до) → эмоциональный интеллект (после)	0,23	0,09	0,19	0,017

управления дискуссией и эмоционального интеллекта на начальном этапе исследования, а в качестве эндогенных переменных — соответствующие показатели на конечном этапе. Предполагалось, что исходный уровень коммуникативных навыков будет оказывать прямое и опосредованное (через другие компоненты) влияние на их итоговое состояние.

Результаты путевого анализа свидетельствуют о хорошем соответствии исходной модели эмпирическим данным: $\chi^2(14) = 17,42$, $p = 0,234$, CFI = 0,991, RMSEA = 0,045. Значимые эффекты обнаружены для всех прямых путей от показателей на начальном этапе к соответствующим показателям на конечном этапе (β от 0,48 до 0,62, $p < 0,001$). Кроме того, выявлено значимое влияние эмоционального интеллекта на развитие навыков управления дискуссией ($\beta = 0,35$, $p < 0,01$) и вербальной коммуникации ($\beta = 0,27$, $p < 0,05$). Показатели невербальной коммуникации продемонстрировали опосредованное влияние на развитие вербальных навыков через эмоциональный

интеллект ($\beta = 0,19$, $p < 0,05$). В таблице 6 представлены фрагменты транскриптов интервью по теме «Расширение инструментального репертуара».

Для качественной оценки опыта педагогов по применению нейросетевой СППР и их субъективного восприятия изменений в уровне коммуникативной компетентности был проведен феноменологический анализ транскриптов глубинных интервью. В результате итеративного процесса кодирования и категоризации данных были выделены три ключевые темы, раскрывающие смысловое содержание высказываний педагогов.

1-я тема «Расширение инструментального репертуара» отражает восприятие педагогами нейросетевой СППР как ценного источника новых методических приемов, техник эффективной коммуникации и способов выхода из сложных педагогических ситуаций. Использование СППР, по мнению учителей, позволило им обогатить свою профессиональную «методическую копилку», сделать процесс

Таблица 6 / Table 6

Фрагменты транскриптов интервью по теме «Расширение инструментального репертуара»

Fragments of interview transcripts on the topic "Expanding the instrumental repertoire"

Подтема	Примеры ответов педагогов
Новые методические приемы	«СППР подсказала мне несколько интересных игровых форматов для семинаров, о которых я раньше не знала. Студенты были в восторге!» (Ольга, 38 лет, социология)
Коммуникативные техники	«В рекомендациях СППР я нашел очень полезные советы по активному слушанию и управлению конфликтами. Сразу начал применять на лекциях» (Игорь, 43 года, физика)
Разрешение сложных ситуаций	«Когда возникла напряженная ситуация на экзамене, я вспомнила подсказки СППР по эмоциональной регуляции. Это реально помогло!» (Елена, 51 год, иностранные языки)

Таблица 7 / Table 7

Фрагменты транскриптов интервью по теме «Повышение уверенности и самоэффективности»**Fragments of interview transcripts on the topic "Increasing confidence and self-efficacy"**

Подтема	Примеры ответов педагогов
Вера в свои способности	«СППР помогла мне поверить, что я могу быть по-настоящему хорошим лектором. Раньше я в этом сильно сомневался» (Андрей, 29 лет, программирование)
Ощущение компетентности	«Когда я стала применять советы СППР на занятиях, то почувствовала себя более компетентным специалистом. Как будто на ступеньку выше поднялась» (Марина, 46 лет, биология)
Обратная связь от учащихся	«Студенты стали более активно участвовать в обсуждениях, задавать вопросы. Для меня это лучшее подтверждение, что коммуникация налаживается» (Виктор, 35 лет, история)

преподавания более интерактивным и разнообразным (см. табл. 6).

2-я тема «Повышение уверенности и самоэффективности» показывает, что регулярное использование нейросетевой СППР способствовало укреплению веры педагогов в свои коммуникативные способности, а также формированию ощущения компетентности и контроля над педагогической ситуацией. Получая положительную обратную связь от системы и видя реальные изменения в поведении учащихся, педагоги стали более позитивно воспринимать себя как профессионалов (табл. 7).

3-я тема «Трансформация профессиональной идентичности» отражает глубинные изменения в восприятии педагогами своей профессиональной роли и миссии под влиянием опыта использования нейросетевых технологий. Респонденты отмечали, что взаимодействие с СППР побудило их к переосмыслению традиционных дидактических установок, поиску новых смыслов педагогической деятельности и выстраиванию партнерских отношений с учащимися в процессе совместного познания и развития.

4. Заключение

Проведенное исследование позволило получить комплексную картину возможностей и эффектов применения нейросетевых систем поддержки принятия решений в развитии коммуникативной компетентности педагогов-исследователей. Количественный анализ эмпирических данных показал, что использование нейросетевой СППР в течение трех месяцев привело к статистически значимому повышению общего уровня коммуникативных навыков педагогов: с 6,24 до 8,15 баллов по 10-балльной шкале ($p < 0,001$). При этом наибольший прирост наблюдался по параметрам управления дискуссией (на 1,83 балла) и невербальной коммуникации (на 2,07 балла). Корреляционный анализ выявил значимые позитивные взаимосвязи между интенсивностью использования СППР ($r = 0,62$), уровнем цифровой компетентности педагогов ($r = 0,54$) и приростом коммуникативных навыков ($p < 0,001$). Результаты множественного ре-

грессионного анализа свидетельствуют, что данные факторы совместно объясняют 42 % вариативности итоговых показателей коммуникативной компетентности ($R^2 = 0,42$, $F(3,116) = 28,35$, $p < 0,001$). Двухфакторный дисперсионный анализ с повторными измерениями зафиксировал специфические паттерны развития отдельных компонентов коммуникативной компетентности в зависимости от предметной области. В частности, педагоги социально-гуманитарных дисциплин продемонстрировали более высокие итоговые показатели вербальной коммуникации (среднее значение — 7,84) и управления дискуссией (среднее значение — 8,02) по сравнению с коллегами естественно-научного профиля (среднее значение — 7,18 и среднее значение — 7,41 соответственно, $p < 0,05$). Путевой анализ позволил верифицировать структуру и динамику компонентов коммуникативной компетентности педагогов в процессе использования нейросетевой СППР ($\chi^2(14) = 17,42$, $p = 0,234$, CFI = 0,991, RMSEA = 0,045). Обнаружено значимое прямое влияние исходного уровня всех компонентов на их итоговые показатели (β от 0,48 до 0,62, $p < 0,001$), а также опосредующая роль эмоционального интеллекта в развитии навыков управления дискуссией ($\beta = 0,35$, $p < 0,01$) и вербальной коммуникации ($\beta = 0,27$, $p < 0,05$).

Качественный феноменологический анализ субъективного опыта педагогов выявил три ключевые темы, связанные с влиянием нейросетевой СППР на профессиональное развитие: «Расширение инструментального репертуара», «Повышение уверенности и самоэффективности», «Трансформация профессиональной идентичности». Помимо приобретения конкретных коммуникативных приемов и техник, педагоги отметили укрепление веры в свои способности, ощущение компетентности, а также глубинные изменения в понимании своей профессиональной роли и отношений с учащимися.

Таким образом, исследование продемонстрировало значительный потенциал применения нейросетевых СППР для развития навыков педагогического общения у педагогов-исследователей. Предложенная концептуальная модель, объединяющая мультимодальный, адаптивный и интегративный

подходы, доказала свою эффективность в реальных образовательных условиях. Разработанная система количественных и качественных метрик оценки позволила комплексно проанализировать динамику развития коммуникативной компетентности педагогов, а также выявить ключевые факторы и условия успешного внедрения нейросетевых технологий в педагогическую практику.

Результаты исследования открывают перспективы для дальнейшего изучения возможностей искусственного интеллекта в совершенствовании профессиональных компетенций педагогов и создания адаптивных персонализированных инструментов непрерывного педагогического образования. В то же время актуальной задачей остается разработка этических стандартов и правовых норм применения нейросетевых технологий в образовании, обеспечивающих защиту персональных данных, конфиденциальность и доверие в отношениях «человек—машина». Необходимо взвешенный междисциплинарный подход к интеграции нейросетевых СППР в экосистему педагогического образования, предполагающий активное участие педагогов, психологов, методистов, программистов и специалистов по искусственному интеллекту.

Финансирование

Исследование выполнено за счет средств НИОКТР № 124052100046-3 «Фундаментальное обоснование возможностей интеграционных процессов науки, образования и просвещения (на примере новых субъектов Российской Федерации — ДНР, ЛНР, Запорожской и Херсонской областей) как элементов совершенствования методики подготовки учителей-исследователей».

Funding

The research was carried out with the support of R&D funds No 124052100046-3 “Fundamental justification of the possibilities for integration processes of science, education, and enlightenment (using the example of subjects of the Russian Federation — LPR, DPR, Zaporozhye, and Kherson regions) as elements of improving the methodology for training teacher-researchers”.

Список источников / References

1. Кузьмин Н. Н., Глазунова И. Н., Чистякова Н. А., Байтимерова Л. С. Искусственный интеллект и его роль в построении индивидуальной траектории развития обучающихся в вузах. *Управление образованием: теория и практика*. 2024;(3-1):113–121. EDN: QPGZLF. DOI: 10.25726/f3942-2092-6900-m.
- [Kuzmin N. N., Glazunova I. N., Chistyakova N. A., Baytимерова L. S. Artificial intelligence and its role in building an individual development trajectory for university students. *Education Management Review*. 2024;(3-1):113–121. (In Russian.) EDN: QPGZLF. DOI: 10.25726/f3942-2092-6900-m.]
2. Albrecht J. R., Karabenick S. A. Relevance for learning and motivation in education. *The Journal of Experimental Education*. 2018;86(1):1–10. DOI: 10.1080/00220973.2017.1380593.
3. Bower M. Technology-mediated learning theory. *British Journal of Educational Technology*. 2019;50(3):1035–1048. DOI: 10.1111/bjet.12771.
4. Chen L., Chen P., Lin Z. Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*. 2020;8:75264–75278. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2988510.

5. Chetty K., Qigui L., Gcora N., Josie J., Wenwei L., Fang C. Bridging the digital divide: Measuring digital literacy. *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*. 2018;12(2018–23):1–20. DOI: 10.5018/economics-ejournal.ja.2018-23.
6. Makarova E. N., Pirozhkova I. S. Digital transformation of higher education: EFL teaching and learning experiences. *Proc. 2nd Int. Scientific and Practical Conf. on Digital Economy (ISCDE 2020)*. Dordrecht, Netherlands, Atlantis Press; 2020:34–39. DOI: 10.2991/aebmr.k.201205.006.
7. Gruzdev M. V., Kuznetsova I. V., Tarkhanova I. Y., Kazakova E. I. University graduates' soft skills: The employers' opinion. *European Journal of Contemporary Education*. 2018;7(4):690–698. DOI: 10.13187/ejced.2018.4.690.
8. Jang H. Teachers' intrinsic vs. extrinsic instructional goals predict their classroom motivating styles. *Learning and Instruction*. 2019;60:286–300. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2017.11.001.
9. Karakozov S. D., Ryzhova N. I. Information and education systems in the context of digitalization of education. *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*. 2019;12(9):1635–1647. EDN: BUDCDL. DOI: 10.17516/1997-1370-0485.
10. König J., Jäger-Biela D. J., Glutsch N. Adapting to online teaching during COVID-19 school closure: Teacher education and teacher competence effects among early career teachers in Germany. *European Journal of Teacher Education*. 2020;43(4):608–622. DOI: 10.1080/02619768.2020.1809650.
11. Kuzminov Y., Sorokin P., Froumin I. Generic and specific skills as components of human capital: New challenges for education theory and practice. *Foresight and STI Governance*. 2019;13(2):19–41. EDN: QZXFD. DOI: 10.17323/2500-2597.2019.2.19.41.
12. Kyriakides L., Christoforou C., Charalambous C. Y. What matters for student learning outcomes: A meta-analysis of studies exploring factors of effective teaching. *Teaching and Teacher Education*. 2013;36:143–152. DOI: 10.1016/j.tate.2013.07.010.
13. Liu Z., Miao Z., Zhan X., Wang J., Gong B., Yu S. X. Large-scale long-tailed recognition in an open world. *Proc. of the IEEE/CVF Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*. Long Beach, CA, USA, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2021:2537–2546. DOI: 10.1109/CVPR.2019.00264.
14. McKenney S., Visscher A. Technology for teacher learning and performance. *Technology, Pedagogy and Education*. 2019;28(2):129–132. DOI: 10.1080/1475939X.2019.1600859.
15. Papavlasopoulou S., Giannakos M. N., Jaccheri L. Empirical studies on the Maker Movement, a promising approach to learning: A literature review. *Entertainment Computing*. 2017;18:57–78. DOI: 10.1016/j.entcom.2016.09.002.
16. Pellas N., Kazanidis I., Konstantinou N., Georgiou G. Exploring the educational potential of three-dimensional multi-user virtual worlds for STEM education: A mixed-method systematic literature review. *Education and Information Technologies*. 2017;22(5):2235–2279. DOI: 10.1007/s10639-016-9537-2.
17. Remesh A. Microteaching, an efficient technique for learning effective teaching. *Journal of Research in Medical Sciences: The Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences*. 2013;18(2):158–163. Available at: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3724377/pdf/JRMS-18-158.pdf>
18. Глотова М. Ю., Самохвалова Е. А., Мухлынина О. А. Развитие навыков в области нейросетевых технологий для будущих педагогов: возможности и преимущества. *Наука и школа*. 2023;(5):162–172. EDN: NHOTUQ. DOI: 10.31862/1819-463X-2023-5-162-172.
- [Glотова М. Ю., Samokhvalova E. A., Mukhlynina O. A. Development of skills in the field of neural network tech-

nologies for future teachers: Opportunities and advantages. *Nauka i Shkola*. 2023;(5):162–172. (In Russian.) EDN: NHOTUQ. DOI: 10.31862/1819-463X-2023-5-162-172.]

Информация об авторах

Воителева Татьяна Михайловна, доктор пед. наук, профессор, профессор кафедры методики преподавания русского языка и литературы, факультет русской филологии, Государственный университет просвещения, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-9314-1758>; *e-mail*: voitelev@yandex.ru

Логинова Наталья Владимировна, аспирант кафедры славистики, общего языкознания и культуры коммуникации, факультет русской филологии, Государственный университет просвещения, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-1234-6653>; *e-mail*: natasha.loginova.98@mail.ru

Information about the authors

Tatyana M. Voiteleva, Doctor of Sciences (Pedagogy), Professor, Professor at the Department of Russian Language and Literature Teaching Methods, Faculty of Russian Philology, Federal State University of Education, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-9314-1758>; *e-mail*: voitelev@yandex.ru

Natalya V. Loginova, a postgraduate student at the Department of Slavic Studies, General Linguistics, and Communication Culture, Faculty of Russian Philology, Federal State University of Education, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-1234-6653>; *e-mail*: natasha.loginova.98@mail.ru

Поступила в редакцию / Received: 12.09.24.

Поступила после рецензирования / Revised: 07.10.24.

Принята к печати / Accepted: 08.10.24.

ПОДПИСКА

Журнал «Информатика и образование»

Индекс подписки
на 1-е полугодие 2025 года
(«Урал-Пресс», «АРЗИ» и другие агентства подписки)
70423

Периодичность выхода: 3 номера в полугодие (февраль, апрель, июнь)
Объем — не менее 88 полос
Редакционная стоимость — 1500 руб.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Уважаемые коллеги!

Статьи для публикации в журналах «Информатика и образование» и «Информатика в школе» должны отправляться в редакцию **только через электронную форму на сайте ИНФО (раздел «Авторам → Отправка статьи»):**

<https://infojournal.ru/authors/send-article/>

Обращаем ваше внимание, что для отправки статьи необходимо предварительно зарегистрироваться на сайте ИНФО (или авторизоваться — для зарегистрированных пользователей).

С требованиями к оформлению представляемых для публикации материалов можно ознакомиться на сайте ИНФО в разделе «Авторам»:

<https://infojournal.ru/authors/>

Обратите внимание: требования к оформлению файла рукописи — **разные** для журналов «Информатика и образование» и «Информатика в школе». При подготовке файла рукописи ориентируйтесь на требования для того журнала, в который вы представляете статью. Если вы представляете рукопись в оба журнала (для публикации в одном из изданий — на усмотрение редакции), при ее оформлении следует руководствоваться требованиями к оформлению рукописи в журнал «Информатика и образование».

Дополнительную информацию можно получить в разделе «**Авторам → Часто задаваемые вопросы**»:

<https://infojournal.ru/authors/faq/>

а также в редакции ИНФО:

E-mail: readinfo@infojournal.ru

Телефон: +7 (495) 140-19-86

04.02.2025

05.02.2025

XXV МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

МЕРОПРИЯТИЯ В РАМКАХ КОНФЕРЕНЦИИ:

- Пленарные и секционные заседания
- Мастер-классы по использованию программных продуктов фирмы «1С»
- Вернисаж программных и методических разработок

Традиционно 5 февраля 2025 года проводится 1С:День студента. Это отличный шанс для студентов оценить свои силы и попасть на стажировку в ИТ-компанию!

Участие бесплатное для всех сотрудников образовательных организаций и органов управления образованием.

Обязательная предварительная регистрация открыта до 3 февраля 2025 года на сайте educonf.1c.ru

В 2024 году в конференции приняли участие более 7000 человек.

Подробнее о тематиках конференции и условиях участия см. сайт educonf.1c.ru

ФИРМА «1С»

Оргкомитет конференции: Тел./факс: +7 (495) 688-90-02

E-mail: nprk@1c.ru, web: educonf.1c.ru

