

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

Информатика и образование

Научно-методический журнал

**Informatics
and Education**

Scholarly Journal

 infojournal.ru



№ 4 / 2023

Том (Volume) 38



1С:Оценка качества образования. Школа

Трехуровневая
система
оценки качества
образования

Единые подходы
к внутренней
и внешней
оценке качества
образования

Прогнозирование
результатов
итоговой
государственной
аттестации



Соответствие
актуальным
нормативным
документам

Оперативное
управление
качеством
образования

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 38 № 4 август 2023

ИЗДАЕТСЯ
С АВГУСТА 1986 ГОДА

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

Содержание

ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ОПЫТ

Сабитов Р. А., Смирнова Г. С., Елизарова Н. Ю., Сабитов Ш. Р., Епонешников А. В., Григорьев И. С., Кутдусов А. А. Трансформации подходов в обучении студентов инженерных специальностей информационным технологиям..... 5

Максимова М. В., Фролова О. В., Этуев Х. Х., Александрова Л. Д. Адаптивное персонализированное обучение: внедрение современных технологий в высшем образовании..... 14

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ТЕСТЫ

Якунин Ю. Ю., Шестаков В. Н., Ликсонова Д. И., Даничев А. А. Прогнозирование результатов обучения студентов с использованием инструментов машинного обучения 28

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ КАДРЫ

Чудинский Р. М., Малев В. В., Малева А. А., Дубов В. М., Башарина С. О. Оценка предметных и методических компетенций выпускников педагогического вуза — будущих учителей информатики: дефициты и перспективы 44

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

Гусева Е. В., Родионов М. А. Особенности использования программных средств образовательного назначения в рамках различных форматов подготовки будущих военных инженеров..... 57

Берг Д. Б., Папуловская Н. В., Вишнякова А. Ю., Дубинин Н. Н. Онлайн-тренажер для отработки навыков выполнения математических операций..... 68

Шакирова Е. В. Особенности использования электронных средств обучения в дошкольных образовательных организациях 80

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 31.08.23.
Формат 60×90/8. Усл. печ. л. 11,5.
Тираж 2000 экз. Заказ № 3608.
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», 2023



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@infojournal.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
ФЕДОТОВ 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)

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, руководитель отдела образовательной информатики (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 Лилиана 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 (Нижегород, 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 Алона

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

Scholarly journal

INFORMATICS AND EDUCATION

Volume 38 No 4 August 2023

PUBLISHED
SINCE AUGUST 1986

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

Table of Contents

PEDAGOGICAL EXPERIENCE

R. A. Sabitov, G. S. Smirnova, N. Yu. Elizarova, Sh. R. Sabitov, A. V. Eponeshnikov, I. S. Grigoriev, A. A. Kutdusov. Transformation of approaches in teaching information technologies to engineering students 5

M. V. Maximova, O. V. Frolova, Kh. Kh. Etuev, L. D. Aleksandrova. Adaptive personalized learning: Implementation of emerging technologies in higher education 14

PEDAGOGICAL MEASUREMENTS AND TESTS

Yu. Yu. Yakunin, V. N. Shestakov, D. I. Liksonova, A. A. Danichev. Predicting student performance using machine learning tools 28

PEDAGOGICAL PERSONNEL

R. M. Chudinsky, V. V. Malev, A. A. Maleva, V. M. Dubov, S. O. Basharina. Assessment of subject and methodological competencies of graduates of a pedagogical university — future teachers of informatics: Deficits and prospects 44

INFORMATIZATION OF EDUCATION

E. V. Guseva, M. A. Rodionov. Features of using educational software within the framework of various training formats for future military engineers 57

D. B. Berg, N. V. Papulovskaya, A. Yu. Vishnyakova, N. N. Dubinin. Online simulator for practicing the skills of performing mathematical operations 68

E. V. Shakirova. Peculiarities of using electronic learning tools in preschool educational organizations 80

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: 31.08.23.
Format 60×90/8. Cond. printed sheets 11,5.
Circulation 2000 copies. Order No 3608.
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, 2023



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@infojournal.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. DOBROVOLSKI

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)

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 of Education Science, Psychology and Sociology, Siberian Federal University (Krasnoyarsk, Russia)

Alexander Yu. UVAROV

Dr. Sci. (Edu.), Professor, Head of the Educational Informatics Department, Axel Berg Institute of Cybernetics and Educational Computing of the Federal Research Centre "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 DAGIENĖ

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)

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-4-5-13

ТРАНСФОРМАЦИИ ПОДХОДОВ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ*

Р. А. Сабитов¹ ✉, Г. С. Смирнова¹, Н. Ю. Елизарова¹, Ш. Р. Сабитов², А. В. Епонешников³, И. С. Григорьев⁴,
А. А. Кутдусов¹

¹ Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ, г. Казань, Республика Татарстан, Россия

² Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Республика Татарстан, Россия

³ Университет Иннополис, г. Иннополис (Казань), Республика Татарстан, Россия

⁴ Частное учреждение по цифровизации атомной отрасли «Цифрум», г. Москва, Россия

✉ r.a.sabitov@mail.ru

Аннотация

Основным отличием эпохи Индустрии 4.0 является глобальная цифровизация и все возрастающая сложность производственных систем. Для успешной цифровой трансформации всей экономики и отдельных предприятий необходима подготовка инженеров нового поколения. Известными моделями обучения на основе информационных технологий, которые сегодня широко распространены, являются дистанционное обучение и смешанное обучение. Если эти подходы уже проработаны методически, то обучение ИТ на инженерных специальностях вызывает очень много вопросов.

В статье проведен выборочный обзор литературы по обучению инженеров ИТ. Акцентируется внимание на существующих подходах в области обучения программированию, но подчеркивается, что многое еще предстоит реализовать. Очевидно, что современные цифровые технологии могут кардинально изменить методы преподавания и обучения в области ИТ. Это означает прежде всего, что требуется разработка новой теории образования, учитывающей перспективы тотальной цифровизации всех процессов в экономике.

Целью данной статьи является исследование трансформации подходов в обучении ИТ студентов инженерных специальностей и вектора научных разработок в этом направлении.

Ключевые слова: инженерное образование, ИТ, программирование, конструктивизм, коннективизм, Индустрия 4.0, цифровизация.

Для цитирования:

Сабитов Р. А., Смирнова Г. С., Елизарова Н. Ю., Сабитов Ш. Р., Епонешников А. В., Григорьев И. С., Кутдусов А. А. Трансформации подходов в обучении студентов инженерных специальностей информационными технологиями. *Информатика и образование*. 2023;38(4):5–13. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-4-5-13

TRANSFORMATION OF APPROACHES IN TEACHING INFORMATION TECHNOLOGIES TO ENGINEERING STUDENTS

R. A. Sabitov¹ ✉, G. S. Smirnova¹, N. Yu. Elizarova¹, Sh. R. Sabitov², A. V. Eponeshnikov³, I. S. Grigoriev⁴,
A. A. Kutdusov¹

¹ Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI, Kazan, The Republic of Tatarstan, Russia

² Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, The Republic of Tatarstan, Russia

³ Innopolis University, Innopolis (Kazan), The Republic of Tatarstan, Russia

⁴ Private Institution for Digitalization of the Nuclear Industry "Cifrum", Moscow, Russia

✉ r.a.sabitov@mail.ru

Abstract

The main difference of the Industry 4.0 era is the global digitalization and the ever-increasing complexity of production systems. The successful digital transformation of the entire economy and individual enterprises requires the training of a new generation of engineers. The well-known models of information technology based training, which are widely used today, are distance learning and

* Материалы к статье можно скачать на сайте ИНФО: https://infojournal.ru/journals/info/info_04-2023/

blended learning. And if these approaches have already been methodically worked out, IT training in engineering specialties raises a lot of questions.

The article provides a selective review of the literature on IT training for engineers. In particular, attention is focused on various existing approaches in the field of teaching programming, but it is emphasized that much remains to be implemented. It is obvious that modern digital technologies can radically change the methods of teaching and learning in IT. This means, first of all, that the development of a new theory of education is required, taking into account the prospects for total digitalization of all processes in the economy.

The aim of the article is to study the transformation of approaches in IT training of engineering students and the vector of scientific developments in this direction.

Keywords: engineering education, IT, programming, constructivism, connectivism, Industry 4.0, digitalization.

For citation:

Sabitov R. A., Smirnova G. S., Elizarova N. Yu., Sabitov Sh. R., Eponeshnikov A. V., Grigoriev I. S., Kutdusov A. A. Transformation of approaches in teaching information technologies to engineering students. *Informatics and Education*. 2023;38(4):5–13. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-4-5-13

1. Введение

Основным отличием эпохи Индустрии 4.0 является глобальная цифровизация и все возрастающая сложность производственных систем. Для успешной цифровой трансформации всей экономики и отдельных предприятий требуется подготовка инженеров нового поколения. Поэтому вузы должны быстро научиться качественно готовить современных инженеров с расширенными навыками, продвинутыми компетенциями и практическим опытом.

Существенные изменения, происходящие сегодня в сфере образования, — это в первую очередь переход от традиционных методов обучения к активному использованию передовых цифровых технологий. В нашей стране с 2018 года реализуется национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации»*, включающая в себя направление «Кадры для цифровой экономики»**. Программа направлена на активное содействие гражданам страны в освоении ключевых компетенций цифровой экономики, обеспечение массовой цифровой грамотности и персонализацию образования.

Эти изменения сегодня характеризуются массовым использованием ИТ для поддержки процессов обучения на различных уровнях образования — от начальных школ до университетов [1, 2]. Известными и широко распространенными моделями обучения на основе информационных технологий являются дистанционное обучение и смешанное обучение. И если эти подходы уже методически проработаны [3, 4], то обучение ИТ на инженерных специальностях вызывает очень много вопросов.

В последнее время в стране большое внимание уделяется подготовке ИТ-специалистов, поскольку считается, что в России не хватает кадров в этой области. Но сейчас сфера ИТ стала включать в себя огромное количество профессий различных направлений, поэтому важной оказывается не столько подготовка кадров в области программирования (в университетах она поставлена на поток), сколько

необходимость качественно готовить инженеров для различных отраслей промышленности со знаниями в области ИТ. Современные инженеры должны свободно владеть не только практическими навыками в своей предметной сфере, но и основами ИТ, а также практическими навыками в различных разделах программирования.

Необходимо отметить, что структура спроса на специалистов принципиально меняется каждые 10–15 лет, а продолжительность активной деятельности современного человека примерно в три раза больше. Это означает, что если специалист, получивший образование более 10–15 лет назад, не будет повышать квалификацию или не переквалифицируется, не расширит свою профессиональную подготовку, то может оказаться невостребованным в условиях современной цифровой экономики.

Целью данной статьи является исследование трансформации подходов в обучении ИТ студентов инженерных специальностей и вектора научных разработок в этом направлении.

2. Теории обучения

Ученые — и теоретики, и практики — рассматривают различные интерпретации и формулировки понятия «обучение». Общим в них является то, что обучение подразумевает изменение поведения, знаний, навыков, установок, творческих способностей, взглядов. Существуют различные теории обучения: гуманизм, бихевиоризм, когнитивизм, конструктивизм и другие. Обзор литературы показывает, что самой популярной теорией обучения в сфере образовательных технологий является **конструктивизм** [5–8].

Основная идея конструктивизма (лат. *constructio* — построение) состоит в том, что **знание** не передается от учителя к ученику, а представляет собой **активный процесс построения взаимодействия ученика с окружающей средой и осмысления полученного опыта** [9]. Этот процесс становится не только средством обучения, но и средством развития личности. Теоретические основы конструктивизма в нашей стране разрабатывал Лев Выготский, который подчеркивал **фундаментальную роль социального взаимодействия в развитии познания** [10].

* Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации». <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/>

** Направление «Кадры для цифровой экономики». <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/866/>

Конструктивистский подход особенно важен для подготовки инженеров, поскольку закрепление практических навыков у них происходит после освоения теоретической базы.

Технология проектного обучения инженеров информационным технологиям также использует преимущества конструктивистской теории, по которой обучение концентрируется на интерпретации и конструировании смысла:

- знание конструируется;
- предварительные знания необходимы и важны в процессе обучения;
- первоначальное понимание является локальным, а не глобальным;
- создание полезных структур знаний требует усилий и целенаправленной деятельности [11–14].

Еще одной современной теорией обучения является **коннективизм** (англ. connect — соединять, связывать). Ее впервые представил Джордж Сименс в онлайн-статье, опубликованной 12 декабря 2004 года, а затем обновленной 5 апреля 2005 года, где назвал коннективизм «теорией обучения для цифровой эпохи» [15]. При этом он жестко противопоставил коннективизм традиционным теориям обучения, которые назвал неадекватными новым и революционным технологиям социальных сетей, затрагивающим поиск, исследования, преподавание и обучение, а также множество других аспектов повседневной жизни [16].

Коннективизм использует **информационную сеть как основу для создания знаний**. Любой объект (им может быть человек, книга, веб-страница, ученое сообщество, мобильное приложение, мысль и т. д.) может стать источником информации, или «узлом» (термин коннективизма). Связи, устанавливающиеся между узлами, или «ссылки», согласно теории коннективизма, и формируют процесс обучения.

Дж. Сименс утверждает, что «способность видеть связи между областями, идеями и концепциями является ключевым навыком», и далее объясняет, что «обучение — это акт распознавания паттернов, сформированных сложными сетями» [15].

В эпоху цифровизации и в условиях случившейся и возможных новых пандемий применение сетевых технологий, а значит и идей коннективизма, становится главным способом взаимодействия человека и мира, а также получения обучающимися новых знаний.

3. Тенденции развития обучения инженеров информационным технологиям

3.1. ИТ в образовании

Сфера обучения ИТ стремительно расширяется, и в этом направлении проводится большое количество исследований, что существенно повышает методологическую и теоретическую проработанность

данной области образования. Главное преимущество обучения ИТ заключается в том, что его можно применять в различных условиях и контекстах.

Значительная часть исследований процесса обучения ИТ, как правило, основывается на обучении ИТ именно как специальности. Обучению информационным технологиям студентов других специальностей (например, инженеров) посвящено значительно меньше исследований. Это приводит к стагнации в исследованиях и невозможности выявления отличий в обучении ИТ по различным (в том числе инженерным) специальностям. Кроме того, следует иметь в виду устойчивую тенденцию по привлечению зарубежных студентов (как правило, молодых людей из Азии и Африки) в вузы РФ. В исследованиях по обучению, в частности в методических рекомендациях для учебных программ, необходимо учитывать культурные различия обучающихся.

Вполне естественно, что в силу все нарастающего использования социальных сетей и онлайн-технологий практика обучения ИТ будет тесно связана с внедрением цифровых технологий. Кроме того, значительная часть исследований указывает на быстрое увеличение применения роботов и автоматизированных технологий в обучении, что также делает необходимым проведение дополнительных исследований.

Существуют различные прогнозы, согласно которым в будущем появится целый ряд новых профессий [17, 18]. В связи с этим необходимо изучать возникающие в сфере занятости тенденции и способы обучения необходимым в будущем навыкам.

Современная бизнес-среда динамична, а актуальные технологические достижения оказывают сильное влияние на способы обучения. Нынешний век цифровизации и быстрого развития технологий принес с собой как неопределенность, так и широкие возможности для кардинальных перемен. Роль преподавателя должна постепенно меняться в связи с более активным использованием новых технических устройств. При этом беспрецедентный доступ к данным в любом месте еще больше изменил то, как люди взаимодействуют в обществе.

В последнее время произошел интересный сдвиг в сторону более широкого использования навыков критического мышления в инженерном и ИТ-образовании. Критическое мышление позволяет человеку выявлять актуальные проблемы и вырабатывать возможные пути их решения [19]. Это означает, что человеку необходимо научиться изучать проблему с разных точек зрения, чтобы учитывать всю поступающую информацию. Системно анализируя и оценивая различные возможности, можно значительно лучше интерпретировать информацию [20]. Это важная компонента образовательного опыта для изучающих ИТ студентов, которые смогут анализировать и оценивать идеи таким образом, чтобы развивать свои когнитивные навыки.

Когнитивные функции критического мышления можно отнести к сфере технических рассуждений или философской оценки [21]. *Техническое*

мышление фокусируется на интерпретации научных данных для получения решений. *Критическое мышление* как техническое рассуждение включает в себя ряд действий по когнитивной обработке, таких как:

- активная обработка;
- логическая оценка;
- аналитическое мышление;
- решение проблем [21].

Философская оценка включает в себя размышления о ценности идей, основанных на убеждениях и восприятии. Это означает понимание предположений, а затем их изменение в зависимости от факторов окружающей среды.

Освоение искусственного интеллекта и программирования считается дополнительным преимуществом для становления важных информационных компетенций. С целью повышения цифровой грамотности обучающихся учебные программы различных стран предусматривают развитие цифровых навыков [22, 23]. Это требует глубокой интеграции цифровых технологий в контекст преподавания [24], что является весьма сложным процессом. Однако преподаватели активно используют новые технологии как инструмент, облегчающий обучение. Главный вопрос здесь заключается в том, в какой степени педагоги смогут интегрировать цифровые технологии в образовательную деятельность [25].

3.2. ИТ в инженерном образовании

Для понимания тенденций развития обучения инженеров ИТ-дисциплинам рассмотрим результаты сравнительного анализа научных статей, посвященных инженерному образованию. Для исследования использовались источники из базы данных научных статей и публикаций *Scopus* и программное обеспечение *VOSviewer*, которое применялось для анализа и визуализации библиометрических данных.

Была проведена выгрузка библиографических данных *статей по инженерному образованию*. Полученные результаты загрузили в систему *VOSviewer*, которая, используя алгоритм кластеризации, сгруппировала статьи по похожим темам и сформировала кластеры. Данные визуализированы в виде карты, которая показывает кластеры статей, связанные друг с другом на основе ключевых слов и алгоритма кластеризации.

Проанализировав кластеры, мы получили наглядное представление о научной литературе по инженерному образованию. Это позволило выявить:

- ключевые темы и тенденции;
- соотношение между различными темами;
- направления дальнейших исследований.

Для выявления глобальных тенденций выборка статей проводилась по различным временным интервалам. Ниже представлены карта за 2014–2016 годы (рис. 1) и карта за 2020–2022 годы (рис. 2). Обе карты можно рассмотреть подробнее в приложении к данной статье на сайте ИНФО: https://infojournal.ru/journals/info/info_04-2023/

Кластер «инженерное образование» включает в себя следующие понятия:

- «электронное обучение» (*англ.* e-learning, Electronic Learning);
- «образовательные технологии»;
- «мобильное обучение»;
- «цифровые девайсы».

Они имеют непосредственное отношение к обучению. Речь идет об эффективном использовании современных технологий для улучшения образовательного процесса и обучения студентов.

Понятия «программная инженерия», «компьютеры», «компьютерное образование» выделены в другой кластер — **кластер программной инженерии и компьютеров**. Они являются более специальными и связаны с разработкой программного обеспечения, аппаратными средствами и компьютерной наукой. Хотя они также имеют отношение к образованию в области инженерии, но все же фокусируются на более узкой области знаний и навыков.

Следовательно, оба кластера понятий имеют прямое отношение к инженерному образованию, но сконцентрированы на разных аспектах. *Кластер инженерного образования* — на современных технологиях и методах, которые могут быть использованы для улучшения процесса обучения, а *кластер программной инженерии и компьютеров* — на разработке программного обеспечения, аппаратных средств и компьютерных систем, которые непосредственно используются в инженерной деятельности.

С 2014 по 2016 годы мы видим *разделение тем и понятий на разные кластеры, но их взаимосвязь ярко выражена, что позволяет заметить наличие исследований в направлении организации взаимодействия ИТ и подготовки инженеров*.

Если рассматривать такой же трехлетний период, но со сдвигом на шесть лет позже — с 2020 по 2022 годы, то **кластер «инженерное образование»** уже включает в себя следующие понятия:

- «искусственный интеллект» (*англ.* Artificial Intelligence, AI);
- «большие данные» (*англ.* Big Data);
- «Индустрия 4.0» (*англ.* Industry 4.0);
- «интернет вещей» (*англ.* Internet of Things, IoT);
- «машинное обучение» (*англ.* Machine Learning);
- «информационный менеджмент» (*англ.* Information Management).

Значит, вектор направления исследований в области инженерного образования с 2016 года претерпел существенные изменения. За последние три года применение ИТ в инженерном образовании существенно активизировалось.

Отношения между вышеперечисленными понятиями в рамках кластера «инженерное образование» можно интерпретировать, например, как связи между концепциями в области инженерии, искусственного интеллекта, технологии и образования.

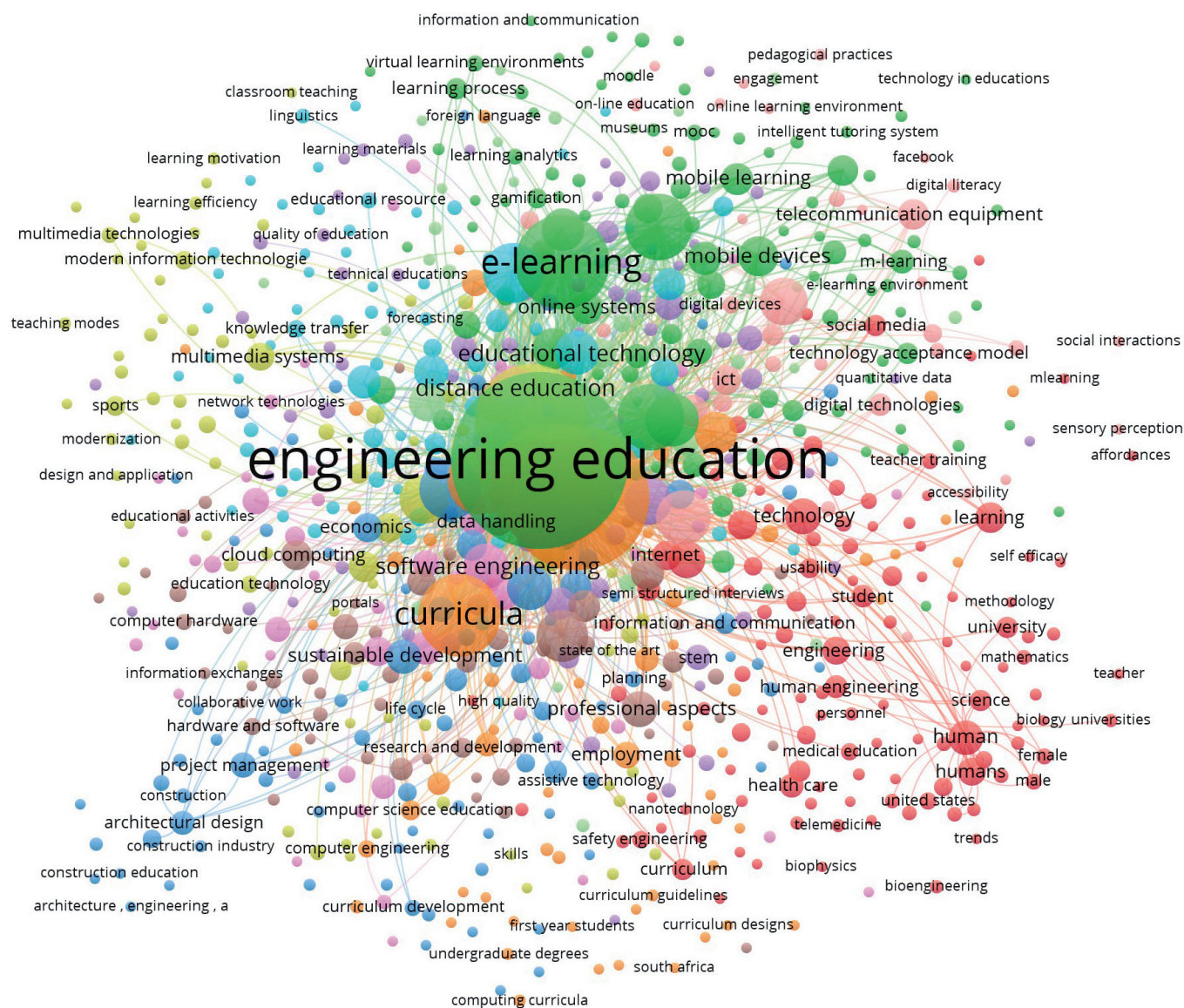


Рис. 1. Карта за 2014–2016 годы

Fig. 1. Map for 2014–2016

В результате *кластер «инженерное образование»* к 2023 году представляет собой *симбиоз преподавания и изучения инженерных принципов*, с одной стороны, и *практик и понятий искусственного интеллекта*, с другой стороны, что подразумевает разработку и применение алгоритмов и систем, которые могут имитировать процессы принятия решений и интеллектуальную деятельность человека.

Понятие «большие данные», например, относится к сбору, обработке и анализу больших и сложных наборов данных с целью выявления закономерностей и инсайтов, которые могут обуславливать принятие решений. Понятие «Индустрия 4.0» относится к четвертой промышленной революции, которая характеризуется интеграцией киберфизических систем, интернета вещей и аналитики больших данных с промышленными процессами. «Машинное обуче-

ние» является подмножеством ИИ и включает в себя разработку и применение алгоритмов, которые могут учиться на данных и на основе этих данных делать прогнозы или принимать решения. «Информационный менеджмент» включает в себя процессы сбора, хранения, обработки и распространения информации с целью поддержания бизнес-процессов и принятия решений.

Исследование показывает, что на данном этапе развития цифровизации в мире инженерам необходимо четкое понимание этих концепций и техник, а значит их изучение должно стать важнейшей частью инженерного образования. Инженерам необходимо уметь применять эти знания и навыки в своей работе, чтобы разрабатывать и реализовывать инновационные технологии и системы, которые могут повышать производительность и эффективность в различных отраслях и областях экономики.

программы для обучения проектированию сети теплообменников [28], термодинамике [29, 30] и управлению технологическими процессами [31, 32]. В статье S. Koolmanojwong и B. Boehm «Educating software engineers to become systems engineers» [33] описывается опыт разработки и развития учебной программы по программной инженерии для непрограммистов.

В России практическая реализация активной цифровизации инженерного образования началась с сентября 2022 года. В 115 российских университетах были созданы «цифровые кафедры» в рамках федерального проекта «Развитие кадрового потенциала ИТ-отрасли»*. Проект «Цифровые кафедры» направлен на формирование цифровых компетенций у студентов различных специальностей. Предполагается, что студенты, например, инженерных специальностей смогут получить дополнительное образование в области информационных технологий. Заместитель председателя правительства Российской Федерации по вопросам цифровой экономики и инновациям Д. Н. Чернышенко отметил: «Получить дополнительную квалификацию в области ИТ смогут более 80 тысяч молодых людей. Каждый вуз ведет разработку образовательных программ дополнительной профессиональной переподготовки»**.

Таким образом, данное направление развивается и получает практическую реализацию. Однако в процессе преподавания программирования для инженеров возникают два важных вопроса:

1. Получают ли студенты достаточные цифровые навыки для решения задач в предметной инженерной области, или они просто привыкают к синтаксису определенного языка программирования на первых курсах образовательной программы?
2. После того, как студенты изучили специальные предметы в рамках своей специализации, не столкнутся ли они с проблемами при получения продвинутых навыков программирования в своей предметной области из-за перерыва в изучении и применении ИТ?

Ответы на эти вопросы лежат в практической плоскости реализации образовательных программ. Например, изучение базового программирования на первом курсе может быть дополнено освоением усложненного программирования для старших курсов (по выбору). На старших курсах студенту может быть дана возможность предложить свои собственные цифровые решения проблем предметной области. Мы считаем, что полноценный подход в обучении программированию предполагает постепенную детализацию знаний на протяжении всего периода обучения. Если на первом курсе стартовать с базовой общей части, то уже начиная со второго курса необходимо продвинутое обучение и постепенная

интеграция программирования с предметами специализации.

Мы считаем, что ознакомление студентов с современными и передовыми инструментами программирования может открыть новые возможности для тех, кто уже имеет или хочет иметь навыки программирования. Кроме того, изучение программирования обычно требует самостоятельного решения проблем, систематического мышления, навыков планирования и творчества. Таким образом, программирование играет важную роль в формировании инженерного образования, не только позволяя решать технические задачи, но и формируя те компетенции, которые действительно необходимы молодому специалисту.

5. Заключение

Очевидно, что обучение инженеров информационным технологиям вызывает большой теоретический и практический интерес. В данной статье проведен выборочный обзор литературы по обучению инженеров информационным технологиям. Акцентируется внимание на различных существующих подходах в области обучения программированию, но подчеркивается, что многое еще предстоит реализовать. Очевидно, что современные цифровые технологии могут кардинально изменить технологию преподавания и обучения в области ИТ. Это означает, что прежде всего требуется разработка новой теории образования, учитывающей перспективы тотальной цифровизации всех процессов в экономике. При этом также необходимо продолжить активное изучение связей между цифровыми компетенциями и образованием, чтобы лучше применять цифровые методы обучения. Несмотря на большое количество статей, цифровизация образования нуждается в еще более глубоком изучении, так как новые модели преподавания ИТ у инженеров должны быть связаны с решением практических задач по соответствующей специальности.

В процессе подготовки данной статьи у многих наших университетских коллег возникал вполне резонный вопрос: может ли трансформация обучения по ИТ-дисциплинам дать дополнительный мультипликативный эффект при соответствующем изменении образовательных программ по математике, физике, теоретической механике, сопротивлению материалов, теории устойчивости и другим курсам инженерной подготовки? И смогут ли в этом случае выпускники специалитета и магистратуры технических университетов сразу же включаться в креативную работу в рамках цифровой экосистемы ведущих производственных предприятий? Авторы попытаются в следующих публикациях начать обсуждение этой актуальной для экономики всей страны проблемы.

Список источников / References

1. Grigoriev S. G., Sabitov R. A., Smirnova G. S., Sabitov Sh. R. The concept of the formation and development of a digital intellectual ecosystem of blended university learning. *Informatics and Education*. 2020;35(5):15–23. EDN: LMWOIT. DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-5-15-23

* Направление «Развитие кадрового потенциала ИТ-отрасли». <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/1085/>

** Свыше 80 тысяч студентов получают дополнительную ИТ-квалификацию. *Regnum*. 20 мая 2022 года. <https://regnum.ru/news/3596396>

2. Vostroknutov I., Grigoriev S., Surot L. Modern challenges of humanity and the search for a new paradigm of education. *Proc. 4th Int. Conf. on Informatization of Education and E-learning Methodology: Digital Technologies in Education (IEELM-DTE 2020)*. Krasnoyarsk, 2020;2770:49–54. EDN: QRXNZM. Available at: <https://ceur-ws.org/Vol-2770/paper7.pdf>
3. Sabitov R., Smirnova G., Sabitov S., Elizarova N., Korobkova E. Planning, building and development distributed integrated blended education ecosystem at different levels. *Proc. 4th Int. Conf. on Informatization of Education and E-learning Methodology: Digital Technologies in Education (IEELM-DTE 2020)*. Krasnoyarsk, 2020;2770:79–86. EDN: KIYFBN. Available at: <https://ceur-ws.org/Vol-2770/paper11.pdf>
4. Сабитов Р. А., Смирнова Г. С., Елизарова Н. Ю., Коробкова Е. А., Сабитов Ш. Р., Сиразетдинов Б. Р. Концепция интегрированной университетской подготовки по техническим специальностям в условиях цифровой трансформации. *Информатика и образование*. 2018;(10):20–28. EDN: YQVPXV. DOI: 10.32517/0234-0453-2018-33-10-20-28
- [Sabitov R. A., Smirnova G. S., Elizarova N. U., Korobkova E. A., Sabitov Sh. R., Sirazetdinov B. R. The concept of integrated university training in technical specialties in the context of digital transformation. *Informatics and Education*. 2018;(10):20–28. (In Russian.) EDN: YQVPXV. DOI: 10.32517/0234-0453-2018-33-10-20-28]
5. Савичева И. А. Современные теории обучения. *ЦИТИСЭ*. 2019;(3):1–15. EDN: TWWOIX
- [Savicheva I. A. Contemporary theories of learning. *CITISE*. 2019;(3):1–15. (In Russian.) EDN: TWWOIX]
6. Фасоля А. А., Гузеев М. С., Уварина Н. В. Особенности организации образовательного процесса в контексте конструктивистской концепции обучения. *Современная высшая школа: инновационный аспект*. 2021;13(1):86–92. EDN: WKUNFR. DOI: 10.7442/2071-9620-2021-13-1-86-92
- [Fasolya A. A., Guzeev M. S., Uvarina N. V. Features of the organization of the educational process in the context of the constructivist concept of learning. *Contemporary Higher Education: Innovative Aspects*. 2021;13(1):86–92. (In Russian.) EDN: WKUNFR. DOI: 10.7442/2071-9620-2021-13-1-86-92]
7. Prince M. J., Felder R. M. Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. *The Journal of Engineering Education*. 2006;95(2):123–138. DOI: 10.1002/j.2168-9830.2006.tb00884.x
8. Garzón J., Kinshuk, Baldiris S., Gutiérrez J., Pavón J. How do pedagogical approaches affect the impact of augmented reality on education? A meta-analysis and research synthesis. *Educational Research Review*. 2020;31(3):1–19. DOI: 10.1016/j.edurev.2020.100334
9. Schunk D. H. Learning theories: An educational perspective. Boston, Pearson; 2012. 561 p.
10. Vygotsky L. S. Mind in society: Development of higher psychological processes. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press; 1978. 159 p.
11. Hein G. Constructivist learning theory. *CECA (International Committee of Museum Educators) Conference*. Jerusalem, Israel; 1991:1–10. Available at: <https://www.exploratorium.edu/IFI/resources/constructivistlearning.html>
12. Moreno L., González C., Castilla I., González E., Sigut J. Applying a constructivist and collaborative methodology approach in engineering education. *Computers & Education*. 2007;49(3):891–915. DOI: 10.1016/j.compedu.2005.12.004
13. Sweller J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*. 1988;12(2):257–285. DOI: 10.1016/0364-0213(88)90023-7
14. Yilmaz K. Constructivism: Its theoretical underpinnings, variations, and implications for classroom instruction. *Educational Horizons*. 2008;86(3):161–172. Available at: <https://www.jstor.org/stable/42923724>
15. Siemens G. Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*. 2005;(1):1–9. Available at: https://www.itdl.org/Journal/Jan_05/article01.htm
16. Siemens G. Knowing knowledge. 2006. 176 p. Available at: https://amysmooc.files.wordpress.com/2013/01/knownknowledge_lowres-1.pdf
17. Кривчанская А. В., Шпакова А. Е. Будущее профессий в Индустрии 4.0. *Социально-психологические, управленческие и маркетинговые направления развития цифровой экономики. Сборник материалов международных научно-практических конференций по проблемам социальной психологии, управления персоналом, менеджмента и маркетинга*. Москва: ООО «СВИВТ»; 2018;2:22–37. EDN: YGHDOR
- [Krivchanskaya A. V., Shpakova A. E. The future of professions in Industry 4.0. *Socio-Psychological, Managerial and Marketing Directions of Digital Economy Development. Proc. of Int. Scientific and Practical Conferences on the Problems of Social Psychology, Personnel Management, Management and Marketing*. Moscow, SVIVT LLC; 2018;2:22–37. (In Russian.) EDN: YGHDOR]
18. Абрамова О. А. Профессии будущего: какие компетенции будут необходимы сотрудникам? *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2017;(11):102–105. EDN: ZWJLJLX
- [Abramova O. A. Professions of the future: What competencies will be needed for employees? *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2017;(11):102–105. (In Russian.) EDN: ZWJLJLX]
19. Abrami Ph. C., Bernard R. M., Borokhovski E., Wade C. A., Surkes M. A., Tamim R., Zhang D. Instructional interventions affecting critical thinking skills and dispositions: A stage 1 meta-analysis. *Review of Educational Research*. 2008;78(4):1102–1134. DOI: 10.3102/0034654308326084
20. Abrami Ph., Bernard R., Borokhovski E., Wadlington D. I., Wade C. A., Persson T. Strategies for teaching students to think critically: A meta-analysis. *Review of Educational Research*. 2015;85(2):275–314. DOI: 10.3102/0034654314551063
21. Dahl A. J., Peltier J. W., Schibrowsky J. A. Critical thinking and reflective learning in the marketing education literature: A historical perspective and future research needs. *Journal of Marketing Education*. 2018;40(2):101–116. DOI: 10.1177/0273475317752452
22. Flórez F. B., Casallas R., Hernández M., Reyes A., Restrepo S., Danies G. Changing a generation's way of thinking: Teaching computational thinking through programming. *Review of Educational Research*. 2017;87(4):834–860. DOI: 10.3102/0034654317710096
23. Olszewski B., Crompton H. Educational technology conditions to support the development of digital age skills. *Computers & Education*. 2020;150(C):103849. DOI: 10.1016/j.compedu.2020.103849
24. Sabitov R. A., Smirnova G. S., Sirazetdinov B. R., Elizarova N. U., Eponeshnikov A. V. The concept of intelligent tutoring for enterprise staff as a component of integrated manufacturing control system development. *Advances in Systems Science and Applications*. 2017;17(1):1–8. EDN: XMOIPW
25. Сабитов Р. А., Смирнова Г. С., Елизарова Н. Ю., Сабитов Ш. Р., Епонешников А. В., Григорьев И. С. Концепция трансформации образования в цифровой экосистеме территориального производственного кластера. *Информатика и образование*. 2022;37(6):5–11. EDN: PCQODC. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-6-5-11
- [Sabitov R. A., Smirnova G. S., Elizarova N. Yu., Sabitov Sh. R., Eponeshnikov A. V., Grigoriev I. S. The transformation education concept in the digital ecosystem of a territorial production cluster. *Informatics and Educa-*

tion. 2022;37(6):5–11. (In Russian.) EDN: PCQODC. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-6-5-11]

26. Cartaxo S.J.M., Silvino P.F.G., Fernandes F.A.N. Transient analysis of shell-and-tube heat exchangers using an educational software. *Education for Chemical Engineers*. 2014;9(3):e77–e84. DOI: 10.1016/j.ece.2014.05.001

27. Dos Santos M. T., Vianna Jr. A. S., Carillo Le Roux G. A. Programming skills in the industry 4.0: Are chemical engineering students able to face new problems? *Education for Chemical Engineers*. 2018;22(1):69–76. DOI: 10.1016/j.ece.2018.01.002

28. Martín Á., Mato F. A. Hint: An educational software for heat exchanger network design with the pinch method. *Education for Chemical Engineers*. 2008;3(1):e6–e14. DOI: 10.1016/j.ece.2007.08.001

29. Castier M., Amer M. M. XSEOS: An evolving tool for teaching chemical engineering thermodynamics. *Education for Chemical Engineers*. 2011;6(2):e62–e70. DOI: 10.1016/j.ece.2010.12.002

30. Martín Á., Bermejo M. D., Mato F. A., Cocero M. J. Teaching advanced equations of state in applied thermodynamics courses using open source programs. *Education for Chemical Engineers*. 2011;6(4):e114–e121. DOI: 10.1016/j.ece.2011.08.003

31. Rahman N. A., Hussain M. A., Jahim J. M., Kamaruddin S. K., Sheikh Abdullah S. R., Kamaruddin M. Z. F. Integrating computer applications into undergraduate courses: Process control and utility design. *Education for Chemical Engineers*. 2013;8(2):e45–e57. DOI: 10.1016/j.ece.2013.02.003

32. Ospino J., Sánchez M. E., Secchi A. R. Implementation of a block-oriented model library for undergraduate process control courses in EMSO simulator. *Education for Chemical Engineers*. 2017;18(1):45–57. DOI: 10.1016/j.ece.2016.08.002

33. Koolmanojwong S., Boehm B. Educating software engineers to become systems engineers. *Proc. 24th Conf. Software Engineering Education and Training (CSEET)*. Honolulu, HI, USA, 2011:209–218. DOI: 10.1109/CSEET.2011.5876089

Информация об авторах

Сабитов Рустэм Адиевич, канд. тех. наук, ст. научный сотрудник, доцент кафедры динамики процессов и управления, Институт компьютерных технологий и защиты информации, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ, г. Казань, Республика Татарстан, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-3792-3218>; *e-mail*: r.a.sabitov@mail.ru

Смирнова Гульнара Сергеевна, канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры динамики процессов и управления, Институт компьютерных технологий и защиты информации, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ, г. Казань, Республика Татарстан, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-8880-4473>; *e-mail*: seyl@mail.ru

Елизарова Наталья Юрьевна, канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры динамики процессов и управления, Институт компьютерных технологий и защиты информации, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ, г. Казань, Республика Татарстан, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-0204-8705>; *e-mail*: enu1604@mail.ru

Сабитов Шамиль Рустэмович, канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры анализа данных и технологий программирования, Институт вычислительной математики и информационных технологий, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Республика Татарстан, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-6403-4291>; *e-mail*: sh.r.sabitov@gmail.com

Епонешников Александр Вячеславович, магистрант направления «Информатика и вычислительная техника», профиль «Анализ данных и искусственный интеллект», Университет Иннополис, г. Иннополис (Казань), Республика Татарстан, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1974-2963>; *e-mail*: sashah275@gmail.com

Григорьев Иван Сергеевич, руководитель направления аналитики в Группе административного сопровождения Проектного офиса управления проектами, частное учреждение по цифровизации атомной отрасли «Цифрум», г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1931-1864>; *e-mail*: Ivansgrigoriev@yandex.ru

Кутдусов Айдар Алмазович, студент 4-го курса направления «Прикладная информатика», профиль «Прикладная информатика в экономике», Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ, г. Казань, Республика Татарстан, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0007-5829-1815>; *e-mail*: aydar2k@mail.ru

Information about the authors

Rustem A. Sabitov, Candidate of Sciences (Engineering), Senior Research Fellow, Associate Professor at the Department of Dynamics of Processes and Control, Institute for Computer Technologies and Information Protection, Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI, Kazan, The Republic of Tatarstan, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-3792-3218>; *e-mail*: r.a.sabitov@mail.ru

Gulnara S. Smirnova, Candidate of Sciences (Engineering), Docent, Associate Professor at the Department of Dynamics of Processes and Control, Institute for Computer Technologies and Information Protection, Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI, Kazan, The Republic of Tatarstan, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-8880-4473>; *e-mail*: seyl@mail.ru

Natalia Yu. Elizarova, Candidate of Sciences (Economics), Docent, Associate Professor at the Department of Dynamics of Processes and Control, Institute for Computer Technologies and Information Protection, Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI, Kazan, The Republic of Tatarstan, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-0204-8705>; *e-mail*: enu1604@mail.ru

Shamil R. Sabitov, Candidate of Sciences (Engineering), Docent, Associate Professor at the Department of Data Analysis and Operations Research, Institute of Computational Mathematics and Information Technologies, Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, The Republic of Tatarstan, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-6403-4291>; *e-mail*: sh.r.sabitov@gmail.com

Alexander V. Eponeshnikov, a master student of the education program “Informatics and Computer Engineering”, profile “Data analysis and artificial intelligence”, Innopolis University, Innopolis (Kazan), The Republic of Tatarstan, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1974-2963>; *e-mail*: sashah275@gmail.com

Ivan S. Grigoriev, Head of Analytics in the Administrative Support Group of the Project Management Office, Private Institution for the Digitalization of the Nuclear Industry “Cifrum”, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1931-1864>; *e-mail*: Ivansgrigoriev@yandex.ru

Aydar A. Kutdusov, a 4th year student of the education program “Applied Informatics”, profile “Applied Informatics in Economics”, Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI, Kazan, The Republic of Tatarstan, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0007-5829-1815>; *e-mail*: aydar2k@mail.ru

Поступила в редакцию / Received: 13.03.23.

Поступила после рецензирования / Revised: 19.05.23.

Принята к печати / Accepted: 23.05.23.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-4-14-27

АДАПТИВНОЕ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЕ ОБУЧЕНИЕ: ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ

М. В. Максимова¹ ✉, О. В. Фролова¹, Х. Х. Этүев¹, Л. Д. Александрова¹¹ Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Россия

✉ mariamaxvas@gmail.com

Аннотация

В эпоху четвертой промышленной революции активно ведутся исследования по изменению построения программ высшего образования, соответствующих современным технологическим достижениям. С развитием технологий перед современной системой образования встает вопрос о внедрении адаптивной самодостаточной среды обучения для удовлетворения запросов рынка труда и потребностей обучающихся в персонализированном подходе в обучении. Адаптивное персонализированное обучение в электронной информационно-образовательной среде позволяет создавать условия для предоставления каждому обучающемуся возможностей выбирать и определять содержание, методы и средства обучения, темп освоения программы, варианты управления собственным обучением, а также условия для получения междисциплинарных знаний, формирования профессиональных и гибких навыков.

Целью исследования является проектирование модели адаптивного персонализированного обучения в электронной информационно-образовательной среде для российских образовательных организаций высшего образования. В исследовании рассмотрены российские и американские образовательные организации высшего образования, на базе которых успешно внедрены технологии индивидуальных образовательных траекторий, адаптивного и/или персонализированного обучения. Сравнительный и контент-анализ выявили различные возможности применения этих технологий в электронной информационно-образовательной среде, в которой создаются возможности самостоятельного выбора траектории обучения, анализа уровня усвоения учебного материала и адаптации программ обучения для повышения его результативности.

Предлагаемая модель является универсальной в условиях организации обучения по основной образовательной программе высшего образования и может адаптироваться в зависимости от целей и актуальных запросов.

Ключевые слова: адаптивное персонализированное обучение, индивидуальная образовательная траектория, персонализированное обучение, адаптивное обучение, модель, электронная информационно-образовательная среда, обучающиеся образовательных организаций высшего образования.

Для цитирования:

Максимова М. В., Фролова О. В., Этүев Х. Х., Александрова Л. Д. Адаптивное персонализированное обучение: внедрение современных технологий в высшем образовании. *Информатика и образование*. 2023;38(4):14–27. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-4-14-27

ADAPTIVE PERSONALIZED LEARNING: IMPLEMENTATION OF EMERGING TECHNOLOGIES IN HIGHER EDUCATION

М. V. Maximova¹ ✉, O. V. Frolova¹, Kh. Kh. Etuev¹, L. D. Aleksandrova¹¹ Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

✉ mariamaxvas@gmail.com

Abstract

The fourth industrial revolution determined the increase of active research on redesigning universities' educational programs to modern technological advancement. Thus, the education system is faced with the challenge of applying an adaptive self-sufficient learning environment that meets labor market's demands and students' needs. The importance of adaptive personalized learning in the electronic information and educational environment is to create conditions that provide each student with possibilities to choose and compose learning content, methods and means. Moreover, students can manage their own learning and pace, and obtain interdisciplinary knowledge, professional and soft skills.

The aim of this study was to design an adaptive personalized learning model in electronic information and educational environment for Russian higher education institution. This study examined US and Russian higher education institutions' successful models of individual educational path, adaptive and/or personalized learning. The comparative and content analyses revealed various possibilities for using this model in an electronic information and educational environment. For instance, the model would be able to propose students individual learning path, analyze their level of educational materials' assimilation and adapt learning programs to improve their performance.

© Максимова М. В., Фролова О. В., Этүев Х. Х., Александрова Л. Д., 2023

The proposed model is a universal example for organizing learning in the higher educational programs which can adjust to various goals and demands.

Keywords: adaptive personalized learning, individual educational path, personalized learning, adaptive learning, model, electronic information and educational environment, university students.

For citation:

Maximova M. V., Frolova O. V., Etuev Kh. Kh., Aleksandrova L. D. Adaptive personalized learning: Implementation of emerging technologies in higher education. *Informatics and Education*. 2023;38(4):14–27. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-4-14-27

1. Введение

Современные, постоянно меняющиеся условия рынка труда требуют от выпускников образовательных организаций высшего образования (ООВО) междисциплинарных знаний, практического опыта, а также гибких профессиональных навыков [1, 2]. Поэтому перед высшим образованием стоит вопрос о *персонализированном обучении* с возможностью индивидуального выбора содержания, средств и методов обучения, темпа освоения программ, вариантов управления собственным обучением [3]. Персонализированное обучение формирует самодостаточную среду, где обучающиеся самостоятельно выбирают образовательную траекторию, ресурсы и инструменты обучения [4]. С развитием технологий вузы уже сегодня могут применять различные методы персонализированного обучения, используя дистанционные образовательные технологии, онлайн-курсы, технологии машинного обучения и искусственного интеллекта.

В российских ООВО персонализированное обучение строится преимущественно путем внедрения индивидуальных образовательных траекторий (ИОТ). Под термином ИОТ научное сообщество понимает персональный путь (последовательность элементов учебной программы) каждого обучающегося к достижению собственных образовательных целей, которые соответствуют способностям, возможностям, мотивации, интересам обучающихся и определяются преподавателями или группой преподавателей [5–7]. Таким образом, ИОТ создает лично-ориентированную образовательную программу с учетом стиля обучения и желаний каждого обучающегося [8]. Ученые считают, что ИОТ гарантирует как реализацию личностного потенциала обучающихся, так и достижение образовательных результатов, соответствующих определенным квалификационным требованиям на рынке труда [9].

В научной среде активно используется также понятие *адаптивного обучения*, которое понимается как технология, основанная на уровне знаний и индивидуальных особенностях обучающихся и позволяющая использовать эти данные для изменения учебной программы в динамике* [10]. Для достижения образовательных результатов ученые предлагают сочетать адаптивное и персонализированное обучение. В адаптивном персонализированном обучении отслеживаются изменения индивидуальных

характеристик успеваемости, личностного развития и стратегии обучения [11].

В данном исследовании *адаптивное персонализированное обучение рассматривается как система мер по реализации технологии развития ИОТ обучающихся в рамках прохождения основной образовательной программы высшего образования*. Система адаптивного персонализированного обучения лучше всего реализуется на практике с использованием ресурсов электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС), которая позволяет существенно сократить аудиторную нагрузку для всех участников образовательного процесса, многократно использовать теоретический и практический материал [12–15].

Целью исследования является проектирование модели адаптивного персонализированного обучения ЭИОС для российских ООВО. Для достижения цели исследования были проанализированы особенности различных моделей российских и американских ООВО, использующих апробированные технологии построения индивидуальных программ обучения и внедряющих системы адаптивного или персонализированного обучения.

2. Обзор литературы

2.1. Адаптивное персонализированное обучение в России

На данный момент технологии адаптивного и/или персонализированного обучения реализуются в России только в отдельных ООВО [7]. В частности, эти вузы предоставляют студентам возможность выбора различных траекторий обучения и проводят мониторинг прогресса каждого обучающегося, на основе чего преподаватели могут корректировать методики обучения и предлагать более подходящие дополнительные учебные материалы [14, 16–18].

Российские педагоги имеют собственное представление о системе построения ИОТ для освоения основных образовательных программ высшего образования. Многие исследователи описывают ИОТ как последовательность изучения обязательных и дополнительных образовательных предметов по выбору, самостоятельной работы и проектной деятельности [9, 19]. Кроме этого, ИОТ включает в себя научно-исследовательскую работу для развития творческих способностей и ведение портфолио для прослеживания развития личностных и профессиональных достижений обучающихся [19, 20]. *Основными элементами, необходимыми для ИОТ, являются определенная последовательность изучения*

* Pugliese L. Adaptive learning systems: Surviving the storm. *Educause review*. October 17, 2016. Available at: <https://er.educause.edu/articles/2016/10/adaptive-learning-systems-surviving-the-storm>

дисциплин, обратная связь для коррекции и оценки продвижения обучающегося в процессе освоения программы [19], а также рефлексивный подход, который предполагает исследование, осмысление и переосмысление информации [5–7, 21]. Ф. Г. Мухаметзянова, Р. В. Забиров, В. Р. Вафина считают, что построение ИОТ должно осуществляться обучающимися и преподавателями совместно: ИОТ изначально выстраиваются обучающимися и преподавателями раздельно, затем сравниваются и совмещаются [6]. Другие исследователи считают, что обучающиеся должны разрабатывать ИОТ вместе с преподавателями, некоторые предлагают подбирать таких тьюторов (педагогов или электронные системы), которые будут сами осуществлять эту деятельность [13].

Одним из ключевых инструментов, способствующих предоставлению обучающимся широких возможностей для реализации ИОТ, является ЭИОС [2, 12–15]. Она позволяет:

- персонализировать подачу информации;
- проводить мониторинг достижений каждого обучающегося для применения индивидуальных методик обучения и предлагать дополнительные учебные материалы;
- применять геймификацию;
- организовывать взаимодействие преподавателей с обучающимися;
- активизировать самостоятельную работу обучающихся и формировать у них необходимые современные компетенции [2, 16–18, 22].

2.2. Адаптивное персонализированное обучение за рубежом

Когда речь идет об индивидуализации в образовании за рубежом, употребляют термины «персонализированное обучение» и «адаптивное обучение». Министерство образования США с 2010 года рекомендует на уровне штатов и на федеральном уровне содействовать внедрению персонализированного обучения и привлекать частный сектор. Одним из результатов такого сотрудничества стал закон о защите персональных данных обучающихся, который расширил доступ компаний к этим данным [23, 24]. Министерство образования США определяет *персонализированное обучение как обучение, в котором цели, метод, учебные подходы, содержание и темп оптимизированы для нужд каждого обучающегося* [23]. Американская система адаптивного персонализированного обучения в ООВО предоставляет обучающимся возможность выбора направления, курсов, форм обучения и преподавателей. Н. Peng, S. Ma, J. M. Spector считают, что персонализированное обучение направлено на содействие индивидуальному развитию, а педагоги в процессе обучения должны использовать такие методы и приемы, подбирать такое содержание и способы оценки, чтобы соответствовать индивидуальным характеристикам и потенциалу развития обучающихся [11]. Фонд Билла и Мелинды Гейтс описывает персонализированное обучение как

ряд онлайн-платформ, которые отслеживают прогресс обучающихся на основе компетенций, зафиксированных в Общих государственных стандартах (Common Core State Standards (CCSS)) [23].

Цифровое персонализированное обучение началось с применения компьютеризированного адаптивного тестирования (*англ.* Computerized Adaptive Testing, CAT). Основанное на простых правилах и стандартах (каждый последующий вопрос CAT зависит от правильности ответа тестируемого на предыдущее выполненное задание), оно позволяло перевести обучающегося на нужный ему маршрут обучения. С развитием технологий в персонализированном обучении стали различать непрерывный персонализированный процесс обучения на основе знаний обучающихся, мониторинг обучения и реагирование на действия студентов [11]. Основную роль при этом играют большие данные: демографические, учебные, данные тестирования, онлайн-поведения и социального взаимодействия, а также данные из профилей обучающихся в социальных сетях и веб-браузерах (возраст, привычки чтения и письма, поисковые запросы, история просмотров страниц в интернете, географическое положение, IP-адрес, технические характеристики оборудования и т. д.) [11, 23].

Для персонализации обучения с применением больших данных используются различные адаптивные платформы. Ведущими представителями адаптивных образовательных систем для высшего образования являются Knewton, ALEKS, Smart Sparrow, MyLab, CogBooks, LearnSmart и Plario. Платформы массовых открытых онлайн-курсов, таких как Coursera, Udacity и Open edX, применяют свои собственные системы для персонализации обучения. А поставщики систем управления обучением Blackboard, Canvas и Moodle работают над возможностями предоставления функций для персонализации обучения [25]. Платформы адаптивного обучения предоставляют индивидуальные пути и методы обучения, проводят постоянное оценивание, перенаправляют обучающихся на получение необходимых знаний и навыков, реагируют на различные модели их поведения и сообщают преподавателям различную информацию о студентах в режиме реального времени. Основываясь на таких данных, преподаватели могут пересмотреть учебный материал в русле адаптивного обучения, построить эффективное взаимодействие с обучающимися, а также дополнить обучение необходимыми инструкциями и поддерживать тех студентов, которые в этом нуждаются [26].

3. Материалы и методы

В данном исследовании был проведен сравнительный анализ моделей адаптивного персонализированного обучения российских и американских ООВО, на базе которых успешно внедрены технологии ИОТ, адаптивного и/или персонализированного обучения: Тюменский государственный университет (ТюмГУ), Уральский федеральный университет (УрФУ), Си-

Модели ООВО с применением ИОТ, адаптивного и/или персонализированного обучения**Higher education institutions' individual educational path, adaptive and/or personalized learning models**

№ п/п	ООВО	Начало применения (год)	Количество курсов	Длительность курсов	Количество обучающихся (чел.)	Формат обучения
1	ТюмГУ	2017	400	Триместр	4 400	Очное
2	УрФУ	2019	1500	Семестр	Не указано	Онлайн, очное и смешанное
3	СФУ	2018	1	Семестр	Не указано	Электронный курс
4	ТУСУР, МИСиС	2018	3	Семестр	Не указано	Смешанное обучение
5	UCF	2014	22	12–15 недель	4 298	Онлайн, очное и смешанное
6	CTU	2012	218	5,5–11 недель	629 926	Онлайн и очное
7	ASU	2013	Не указано	5–6 недель	5 263	Онлайн, очное и смешанное

бирский федеральный университет (СФУ), Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) и Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (МИСиС), University of Central Florida (UCF), Colorado Technical University (CTU), Arizona State University (ASU) (табл.).

Для анализа вышеупомянутых моделей были выбраны следующие параметры:

- структура обучения;
- область применения;
- содержание курсов;
- виды поддержки;
- дополнительные требования к преподавателям (квалификация, оценивание).

Это позволило лучше понять технические и методические характеристики адаптивных платформ, условия персонализированного обучения по программам ООВО и поддержки обучающихся. На основе результатов сравнительного анализа названных моделей в раз-

деле 4.3 представлен пример модели адаптивного персонализированного обучения для российских ООВО.

4. Результаты исследования**4.1. Адаптивное персонализированное обучение в российских образовательных организациях высшего образования****4.1.1. Структура обучения**

В проанализированных российских ООВО персонализированное обучение было сформировано сравнительно недавно. ТюмГУ и УрФУ для построения ИОТ применяют платформу Modeus.

Основным отличием процесса **персонализации образования в ТюмГУ** является четкое распределение выбранных дисциплин по блокам за весь период обучения (рис. 1):

- 1) общеобразовательный блок с проектной деятельностью;

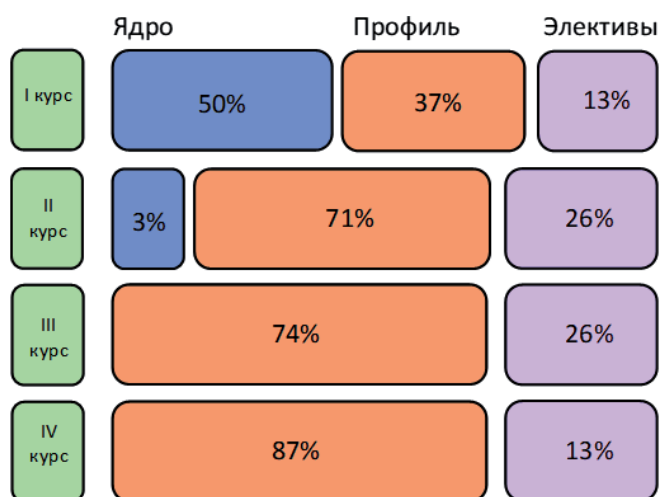


Рис. 1. Распределение учебных дисциплин в ТюмГУ

Fig. 1. Distribution of academic disciplines of TSU

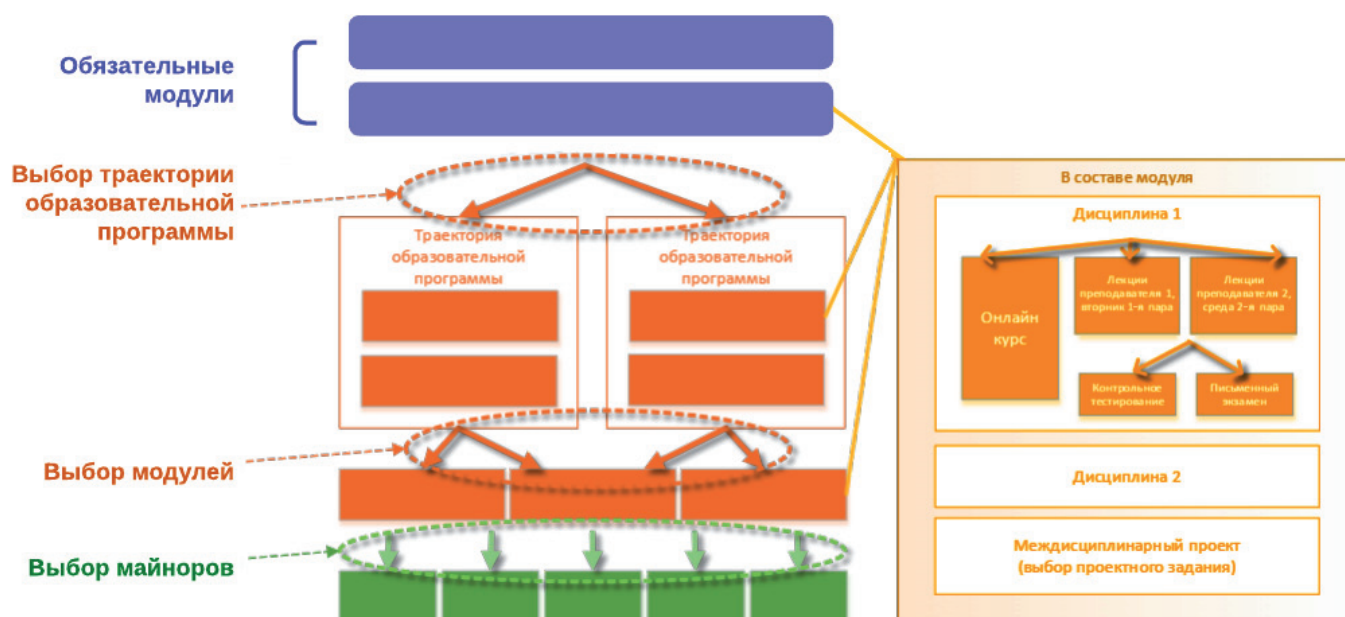


Рис. 2. Схема выбора модулей обучающимися в УрФУ

Fig. 2. The scheme of choosing modules by students at UrFU

2) профильный блок с обязательными и elective дисциплинами, практикой и научно-проектными/исследовательскими семинарами;

3) elective блок с факультативными дисциплинами, которые можно объединить в дополнительный профессиональный модуль (minor)*.

Дисциплины общеобразовательного блока (core) предлагаются только на первом и втором курсе, со второго курса значительно увеличивается количество профильных дисциплин (major)**. В случае реализации дисциплины несколькими преподавателями обучающемуся может быть предоставлено право выбора преподавателя***.

В УрФУ обучающийся может выбрать не более трех траекторий образовательных программ не ранее начала третьего года обучения в бакалавриате или второго полугодия в магистратуре. Всего в УрФУ предлагается три типа модулей ИОТ:

- обязательный унифицированный;
- обязательный профессиональный;
- модуль по выбору обучающегося (рис. 2).

Более того, есть возможность получить майнор (minor), обеспечивающий формирование универ-

сальных компетенций и soft-skills, состоящий из модулей, реализуемых различными подразделениями университета****.

В отличие от ТюмГУ, в УрФУ поддерживается смешанное обучение (очное и онлайн) и возможность выбора онлайн-курсов других университетов или компаний-партнеров. В каждом модуле есть ограничения по количеству обучающихся — от 10 до 25. В УрФУ при приеме студентов на курс приоритет отдается обучающемуся с наиболее высокими результатами в балльно-рейтинговой системе. В следующих семестрах количество мест на популярные курсы увеличивается*****.

В Институте космических и информационных технологий СФУ алгоритм построения ИОТ реализован в адаптивном электронном обучающем курсе по дисциплине «Дискретная математика» на платформе СДО Moodle (рис. 3). После прохождения входного тестирования происходит выравнивание общего уровня подготовки обучающихся: платформа предоставляет каждому студенту необходимые ему информационно-справочные материалы. В СФУ применяется микрообучение, где учебные материалы разделены на минимальные порции теоретического материала — термы. Например, в дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов» с объемом

* Elective. Все, что вы хотели знать, но боялись спросить. ТюмГУ. Образование. ИОТ. Все про elective. <https://www.utmn.ru/obrazovanie/iot/electives/>

** Индивидуальные образовательные траектории в университете: ключевые точки внедрения. Опыт ТюмГУ. Forbes Russia Education. 31 декабря 2020 года. <https://education.forbes.ru/special-projects/iot-main/iot-unmn>

*** Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования, реализуемым по индивидуальным образовательным траекториям в ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет». Тюмень, ТюмГУ; 2018. https://www.utmn.ru/upload/medialibrary/207/6_PORYADOK_organizatsii_obraz.deyat._po_IOT.pdf

**** Образовательная политика в части реализации образовательных программ бакалавриата, специалитета и магистратуры. Версия 2. Екатеринбург: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина; 2022. https://urfu.ru/fileadmin/user_upload/common_files/education/mod/Obrazovatel'naja_politika_v_chasti_realizacii_obrazovatelnykh_programm_bakalavriata_specialiteta_i_magistratury.pdf

***** Индивидуальные образовательные траектории. УрФУ. <https://urfu.ru/ru/iot/>

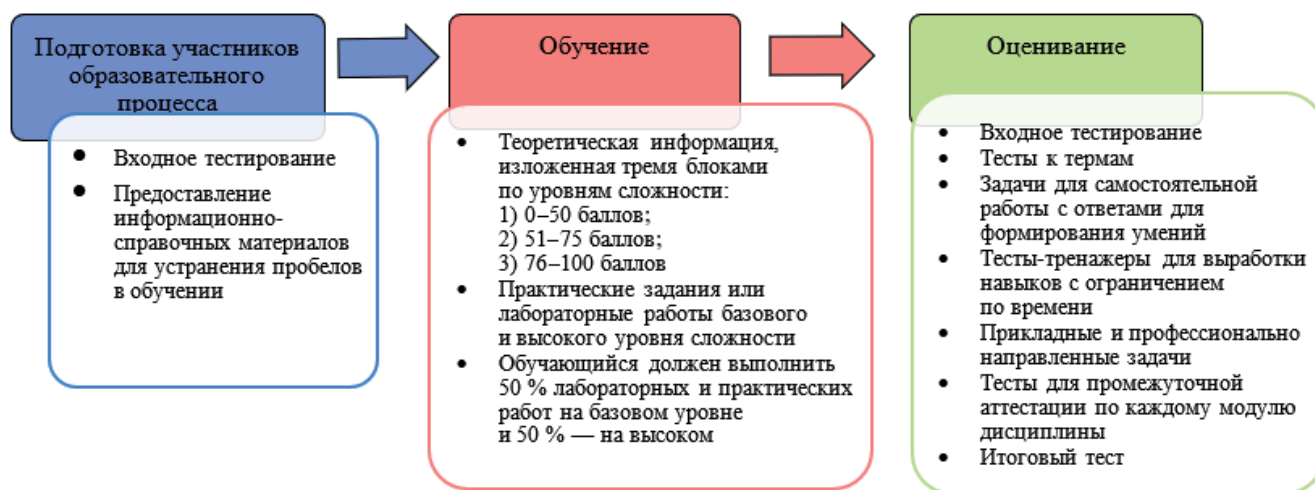


Рис. 3. Схема адаптивного электронного обучения в СФУ

Fig. 3. The scheme of the adaptive e-learning in SibFU

в 108 академических часов — 21 терм, а в курсе «Дискретная математика» с объемом в 180 часов — 32 терма [27]. В СФУ обучающиеся также должны выполнить практическую и лабораторную работу базового и высокого уровня сложности [13]. В СФУ изложение теории после каждого терма может изменяться, основываясь на результате проверки освоения терма. При неудовлетворительном результате освоения терма дисциплины (менее 50 %) обучающиеся перенаправляются на повторное изучение материала, но в другой редакции. При неудовлетворительных результатах тестирования после изучения теоретического материала во всех редакциях обучающиеся направляются на консультацию с преподавателем [12, 17, 21, 27].

В совместном адаптивном обучающем курсе ТУСУР и МИСиС разработчиком системы адаптивного обучения является ТУСУР, а методологию проектирования адаптивного контента и апробации технологий предоставил МИСиС (рис. 4). Их система адаптивного обучения основана на СДО Moodle, к которому добавлены различные плагины. Усовершенствованная платформа собирает информацию о результатах обучения, индивидуальных особен-

ностях обучающихся, способах взаимодействия с контентом и т. д. Система встраивает в траекторию обучающихся практические/лабораторные модули различного уровня сложности и не позволяет студентам осваивать новые материалы, если в их знаниях были выявлены пробелы. В этом случае обучающимся предоставляется набор тестовых вопросов для формирования новой траектории обучения [28, 29].

4.1.2. Область применения

При построении ИОТ выбор области научного знания не играет большой роли, хотя проанализированные ООВО для внедрения данной технологии чаще отдавали предпочтение техническим специальностям. В ТюмГУ начали внедрять ИОТ в четырех институтах: социально-гуманитарных наук, психологии и педагогики, химии, — а сейчас технология представлена во всех 14 институтах вуза. УрФУ начал освоение ИОТ с Института радиоэлектроники и информационных технологий и Института новых материалов и технологий. Адаптивное обучение в СФУ было реализовано в курсе математики, в ТУСУР и в МИСиС — химии.

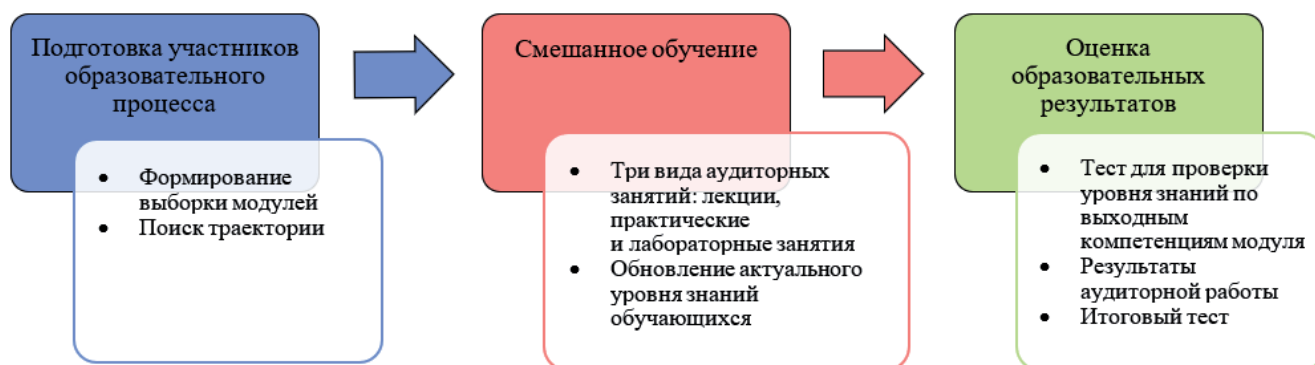


Рис. 4. Схема адаптивного обучения в ТУСУР и МИСиС

Fig. 4. The scheme of the adaptive learning in TUSUR and MISiS

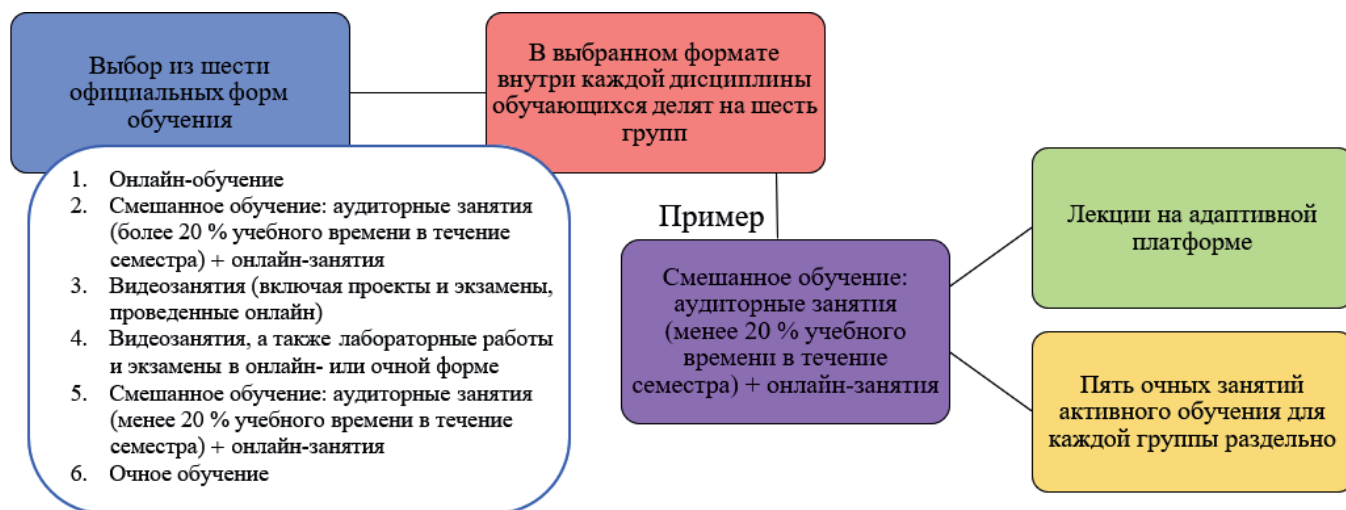


Рис. 5. Схема адаптивного обучения в UCF

Fig. 5. The scheme of the adaptive learning at UCF

4.1.3. Содержание курсов

Учебная программа УрФУ ориентирована на проектный практикум, который был разработан совместно с 36 компаниями-партнерами. В ТюмГУ обучение также ориентировано на проектную деятельность. В СФУ, ТУСУР и МИСиС содержание дисциплины разделено на микропорции: после каждого модуля проводится тест на усвоение знаний, а в ходе изучения дисциплины обязательно выполнение практических заданий или лабораторных работ [12, 28, 29].

4.1.4. Виды поддержки

В ТюмГУ и УрФУ основное внимание уделяется поддержке обучающихся командой тьюторов. В УрФУ компании-партнеры и научные подразделения университета помогают обучающимся в проектной деятельности, а в образовательных программах используются открытые электронные курсы университетов сетевого взаимодействия.

4.1.5. Дополнительные требования к преподавателям

В ТюмГУ и УрФУ основные требования к преподавателям связаны с организацией практических занятий. В УрФУ преподавателям рекомендуется внедрение смешанного обучения за счет использования ЭИОС для взаимодействия с обучающимися.

4.2. Адаптивное персонализированное обучение в образовательных организациях высшего образования в США

4.2.1. Структура обучения

Основой для построения ИОТ в UCF, STU и ASU являются предварительные результаты оценки знаний обучающихся. UCF осуществляет адаптивное персонализированное обучение через адаптивные платформы Realizeit, ALEKS, Knewton Alta и LearnSmart, которые в ходе оценивания знаний

студентов настраивают содержание курса, а затем создают ИОТ для каждого обучающегося в соответствии с их знаниями, навыками и потребностями в обучении [24, 30]. Структура обучения в UCF начинается с выбора одной из шести форм обучения (рис. 5) [24]. Большинство занятий направлено на самостоятельное обучение на адаптивной платформе, но часть проходит очно*. Система предоставляет возможность пропустить знакомые темы, сосредоточиться на новых или тех, где обучающемуся не хватает знаний [30].

В UCF все адаптивные занятия должны соответствовать пяти ключевым критериям [24]:

1. Структурирование содержания: разделение курса на небольшие блоки (уроки). Длинные лекции преобразуются в адаптивные курсы из персонализированных мини-занятий.
2. Курс содержит персонализированный контент, системы оценивания и своевременной обратной связи.
3. Адаптивная схема обучения:
 - необходимые учебные материалы;
 - возможность корректировки программы с учетом знаний обучающихся;
 - мониторинг прогресса обучения;
 - последовательность индивидуальных рекомендаций.

На основе предпочтений обучающихся определяется тип или уровень сложности материалов, создается индивидуальный профиль и предлагается адаптивная траектория обучения.

4. Альтернативные (адаптивные) формы подачи контента (видео к прочитанному тексту, дополнительный текст, подробные примеры, анимация и другое), основанные на достижениях обучающихся и характеристиках курса.

* Personalized Adaptive Learning. University of Central Florida. <https://cdl.ucf.edu/teach/pal/>

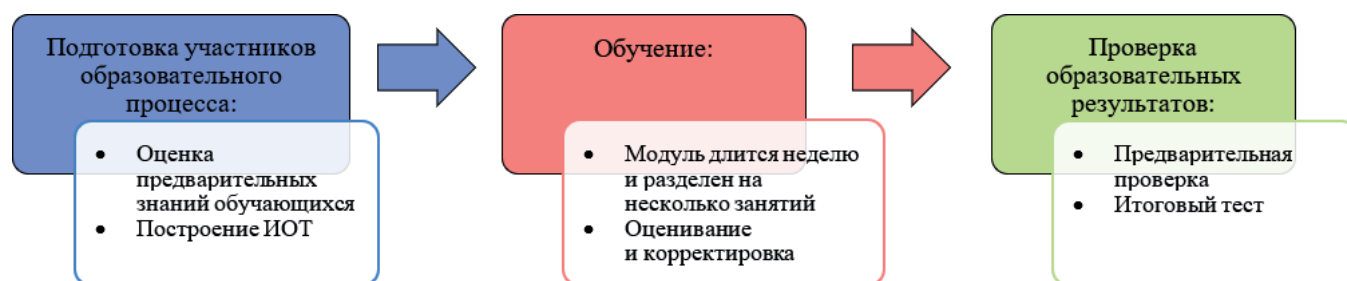


Рис. 6. Схема адаптивного обучения в СТУ

Fig. 6. The scheme of the adaptive learning in CTU

5. Формирование вопросов и контента с введением новых переменных и условий (пол, специальность и другие параметры).

В СТУ адаптивное обучение происходит через платформу Realizeit, которую адаптировали под университет и назвали Intellipath. Обучение делится на модули, а каждое задание модуля привязано к определенной единице и выполняется в течение недели (рис. 6). В СТУ обучающиеся могут проверить свои знания до итогового теста (оценка не засчитывается), повторить материал и пройти тест снова. Преподаватели и студенты имеют возможность просмотра учебных траекторий и достижений обучающихся, что позволяет улучшать результативность обучения [31].

В ASU применяются различные адаптивные платформы в зависимости от дисциплины, например, Acrobatiq, Cengage Learning Objects, CogBooks, Knewton и Pearson MyMathLab with Knewton, McGraw Hill ALEKS, Realizeit и Smart Sparrow, Khan Academy. Основным отличием адаптивного персонализированного обучения в ASU является «перевернутая» модель адаптивного и активного обучения. Обучающиеся перед началом активного обучения знакомятся с предоставленными материалами (тексты, видео, симуляции и т. д.) и оценивают свои знания (рис. 7). Во время активного обучения они осваивают новые знания, обсуждая и анализируя ключевые понятия, применяют их в написании эссе, решении проблемных кейсов, тестов и т. д. В онлайн-формате активное обучение осуществляется

с помощью цифровых инструментов (дискуссионных форумов и систем совместной работы в интернете) [33]. Адаптивная платформа ASU предоставляет преподавателям в начале семестра модели прогнозирования успеваемости обучающихся, а также выявляет слабые места в материалах курса [33].

4.2.2. Область применения

Адаптивные персонализированные системы обучения применяются в названных вузах США уже более 10 лет в преподавании различных дисциплин, хотя изначально они были введены в сфере естественных наук (математика, химия, биология) и лингвистики.

4.2.3. Содержание курсов

Содержание курсов разбито на небольшие части. В UCF каждая часть оценивается отдельно, и после успешного прохождения определенного отрезка курса обучающийся может продвинуться по своей траектории [30]. В СТУ содержание курса состоит из нескольких частей или целей, а каждая цель разбита на занятия, которые расположены последовательно на траектории обучения или карте. Карты могут меняться в зависимости от текущего уровня знаний [31]. В ASU программа курса ориентирована на освоение фундаментальных понятий и навыков с использованием активных обучающих упражнений по модели 5E (*англ.* Engage, Explore, Explain, Elaborate, and Evaluate — «вовлечь, исследовать, объяснить, разработать и оценить»). Например,

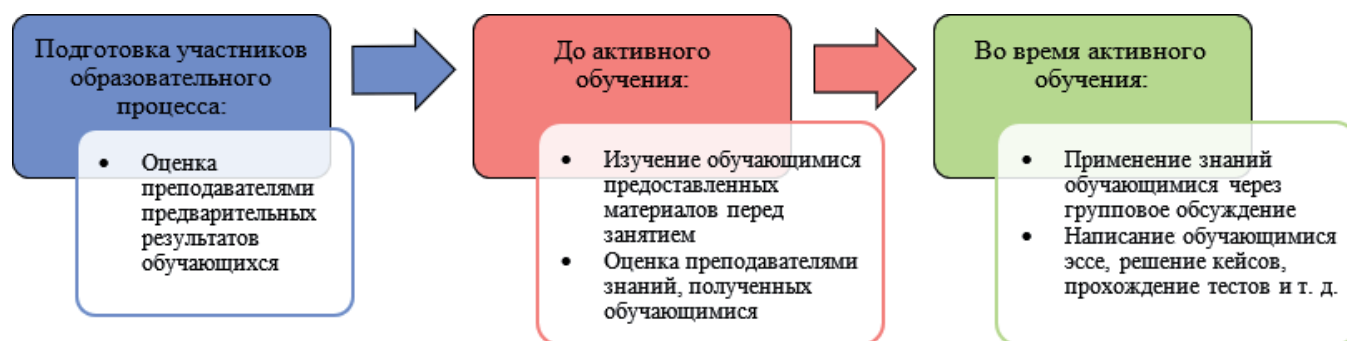


Рис. 7. Схема адаптивного обучения в ASU

Fig. 7. The scheme of the adaptive learning in ASU

на вводном курсе по биологии обучающиеся используют адаптивное программное обеспечение CogBooks* для чтения материалов, просмотра видеолекций, выполнения интерактивных упражнений и ответов на вопросы викторин [33].

4.2.4. Виды поддержки

В UCF, CTU и ASU были созданы команды специалистов для консультации преподавателей по разработке и проведению адаптивных курсов. В UCF преподаватели проходят 80-часовой курс профессионального развития и получают консультации разработчиков [24]. В CTU все сотрудники проходят тренинг по организации и проведению адаптивного обучения [32, 34]. В ASU проводятся консультации по созданию системы оценивания курсов, а также предоставляется помощь предметных сообществ по внедрению учебных программ [33].

Обучающимся в UCF, CTU и ASU предлагается дополнительная поддержка. В UCF — онлайн-руководство по адаптивной платформе, вспомогательная информация по курсу, интерактивные руководства по техническим вопросам и служба технической поддержки. В CTU — ориентационные занятия и инструкции по обучению в адаптивной системе. В ASU — круглосуточная служба технической поддержки, онлайн-репетиторство на адаптивной платформе Pearson's Smarthinking.

4.2.5. Дополнительные требования к преподавателям

В UCF и CTU чрезвычайно важны обратная связь с обучающимися во время самостоятельного обучения и мониторинг аналитики данных по курсу. В UCF перед началом семестра от преподавателей также требуется разработка учебной программы с заданиями, оценками и критериями. В ASU курсы должны быть согласованы с концепциями и навыками студентов до начала обучения.

4.3. Пример модели адаптивного персонализированного обучения в электронной информационно-образовательной среде российской образовательной организации высшего образования

Для адаптивного персонализированного обучения в ЭИОС в российском ОВОО нами предлагается применение СДО Moodle, поскольку применять дорогие специализированные системы нет необходимости. СДО Moodle позволяет собирать достаточный набор данных для персонализации и адаптации, организовать гибридное или смешанное обучение, а также самостоятельную работу обучающихся по изучению теоретических основ дисциплины и развитию необходимых навыков и умений.

Структура адаптивного персонализированного обучения в предложенной модели может быть организована в ЭИОС в три этапа (рис. 8).

1) Подготовка участников образовательного процесса. Перед началом обучения предлагается выявить образовательные потребности обучающихся. Для усовершенствования выстраивания персонализированной траектории обучающимся оказывается постоянное тьюторское сопровождение. Преподаватель имеет возможность сфокусироваться на разработке учебных материалов для организации и проведения адаптивного персонализированного обучения. Для подготовки участников образовательного процесса и его эффективной организации обучающиеся проходят образовательные тренинги, а тьюторы и преподаватели — курсы повышения квалификации.

2) Обучение. После формирования предварительной персонализированной траектории обучения перед началом курса обучающиеся проходят входное тестирование по дисциплине. Образовательный контент внутри каждой дисциплины поделен на модули, состоящие из микрозанятий. Лекционный материал для самостоятельного обучения разделен на небольшие части. Для самостоятельной работы предоставляются альтернативные учебные материалы: тексты, видео, симуляции и т. д. — с обширным перечнем вопросов для самоконтроля. Практические занятия ориентированы на проектную деятельность обучающихся с делением на группы. После каждого модуля проводится проверка образовательных результатов, на основе которых преподаватель адаптирует программу как для отдельного обучающегося, так и для группы в целом. В случае неудовлетворительных результатов освоения темы модуля (менее 60 %) обучающиеся должны пройти модуль еще раз, причем материал в нем будет представлен в новом изложении.

3) Проверка образовательных результатов. После завершения обучения у обучающихся есть возможность предварительно проверить собственные образовательные результаты. При неудовлетворительном результате (менее 60 %) можно повторить содержание любой темы модуля. Практико-ориентированный подход реализуется за счет прохождения стажировки в профильных организациях или выполнения практических кейсов. В течение стажировки обучающиеся работают над собственными проектами, которые защищают по окончании курса.

Поэтапная подготовка обучающихся способствует получению углубленных знаний и успешному прохождению итогового оценивания.

На рисунке 9 представлены две траектории реализации адаптивного персонализированного обучения на примере одного модуля курса, состоящего из четырех тем. Обучающийся перед началом занятий проходит входное тестирование по дисциплине. Каждая тема имеет четыре варианта изложения альтернативного учебного материала, которые разделены на уровни и зависят от результатов тестирования. Первый тип учебного материала рассчитан на тех

* О разработке CogBooks адаптивных форматов обучения см.: Leander S. ASU develops world's first adaptive-learning biology degree. 20.08.2019. ASU News. <https://news.asu.edu/20190820-solutions-asu-develops-world-first-adaptive-learning-biology-degree>

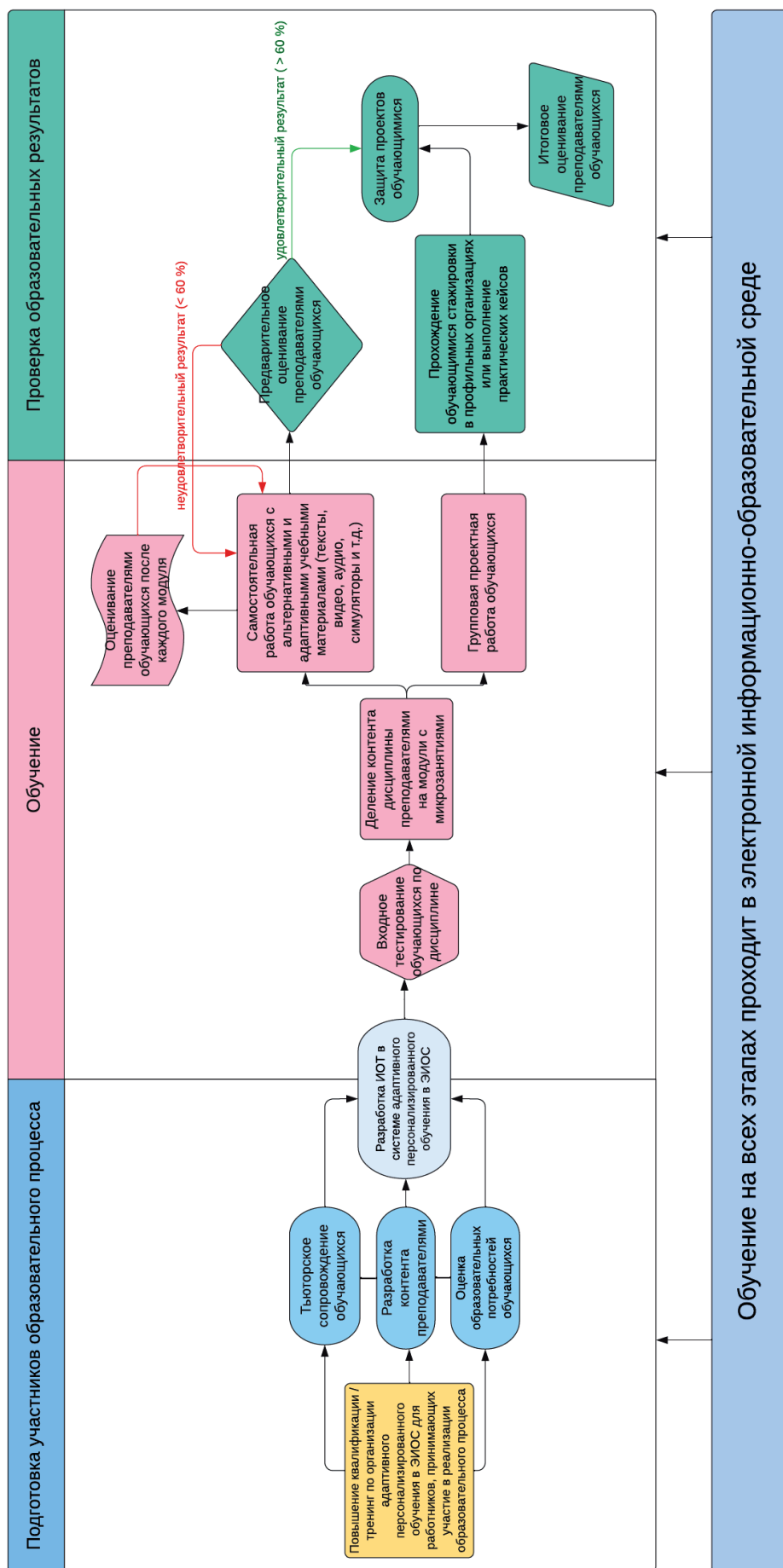


Рис. 8. Модель адаптивного персонализированного обучения в ЭИОС
 Fig. 8. Adaptive personalized learning model in electronic information educational environment

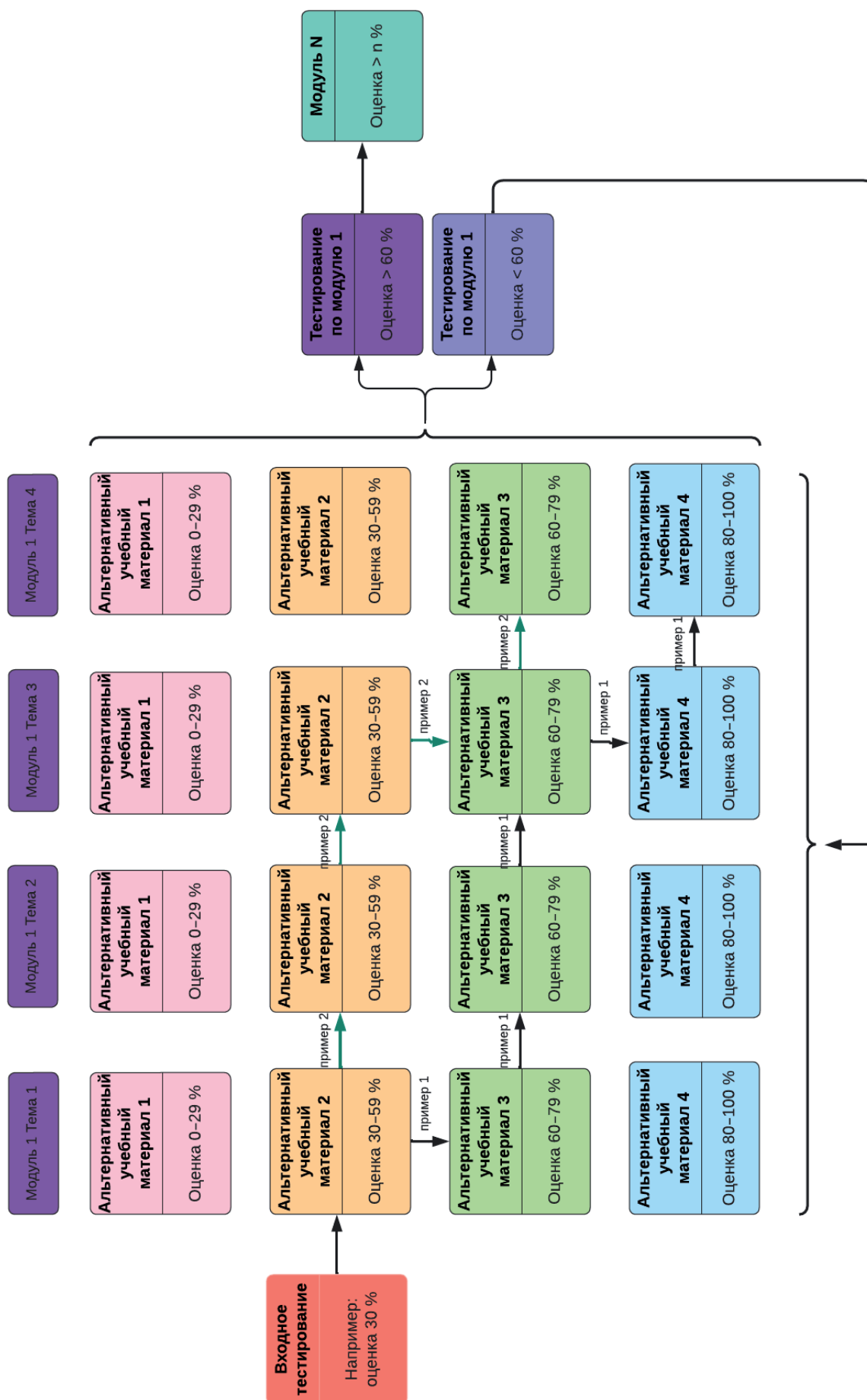


Рис. 9. Реализация адаптивного персонализированного обучения на примере одного модуля
 Fig. 9. Implementation of adaptive personalized learning on the example of a single module

обучающихся, которые имеют трудности в освоении модуля. Четвертый тип включает в себя материал повышенного уровня. Уникальной особенностью модели адаптивного персонализированного обучения является разделение материала на микрозанятия, что позволяет предоставлять альтернативный учебный материал в зависимости от уровня сформированности навыков.

После прохождения всех тем модуля курса обучающийся проходит тестирование, и если его результат выше 60 %, то он может осваивать следующий модуль. Если результат неудовлетворительный (ниже 60 %), обучающемуся необходимо заново пройти обучение, выбрав необходимые для себя темы.

5. Обсуждение и заключение

Анализ российских и американских моделей адаптивного персонализированного обучения в ООВО показал различные возможности применения данной технологии в ЭИОС, где обучающийся самостоятельно выбирает траекторию обучения, а система анализирует уровень усвоения учебного материала и адаптирует программы обучения для повышения результата.

Каждая модель проанализированного обучения в ООВО имеет свои особенности, которые могут быть применены при разработке собственной модели адаптивного персонализированного обучения. В UCF отличительной чертой является наличие пяти форм обучения и возможность внедрения адаптивной системы обучения в любую дисциплину. В модели STU таким отличием является входная проверка уровня знаний обучающихся. Модель ASU предоставляет комплекс адаптивного и активного обучения в очном, онлайн- и смешанном форматах. В ТюмГУ предлагается четкое разделение дисциплин по блокам в течение всего периода обучения. В УрФУ делается упор на проектную практическую деятельность совместно с компаниями-партнерами. В СФУ есть возможность изучения материала в разном изложении. Модель ТУСУР и МИСиС не позволяет обучающимся приступить к освоению нового материала, если были выявлены пробелы в знаниях предыдущих разделов.

Представленная в данном исследовании модель адаптивного персонализированного обучения в ЭИОС является универсальной в условиях организации обучения по основной образовательной программе высшего образования. Она может адаптироваться в зависимости от целей ООВО. В дальнейшем авторы планируют практическую апробацию предложенной модели и разработку методических рекомендаций по ее внедрению.

Список источников / References

1. Ивонина А. И., Чуланова О. Л., Давлетшина Ю. М. Современные направления теоретических и методических разработок в области управления: роль soft-skills и hard skills в профессиональном и карьерном развитии сотрудников. *Интернет-журнал «Науковедение»*. 2017;9(1):90–108. EDN: YMXPOL

[Ivonina A. I., Chulanova O. L., Davletshina J. M. Modern directions of theoretical and methodological developments in the field of management: The role of soft-skills and hard skills in the professional and career development of employees. *Online Magazine “Naukovedeniye”*. 2017;9(1):90–108. (In Russian.) EDN: YMXPOL]

2. Шайхутдинова Х. А. Формирование soft skills в процессе подготовки студентов к успешной профессиональной деятельности. *Поволжский педагогический вестник*. 2020;8(2(27)):99–106. EDN: OTUNDT

[Shaykhutdinova H. A. Sharpening soft skills in training students for efficient teaching. *Povolzhsky Pedagogical Newsletter*. 2020;8(2(27)):99–106. (In Russian.) EDN: OTUNDT]

3. Гриншкун В. В., Заславский А. А. Отечественный и зарубежный опыт организации образовательного процесса на основе построения индивидуальных образовательных траекторий. *Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования*. 2020;(1):8–15. EDN: GXILDI. DOI: 10.25688/2072-9014.2020.51.1.01

[Grinshkun V. V., Zaslavskiy A. A. Domestic and foreign experience in organizing the educational process based on the construction of individual educational trajectories. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*. 2020;(1):8–15. (In Russian.) EDN: GXILDI. DOI: 10.25688/2072-9014.2020.51.1.01]

4. Вайндорф-Сысоева М. Е., Грязнова Т. С., Шитова В. А. Методика дистанционного обучения: учебное пособие для вузов; под общей редакцией М. Е. Вайндорф-Сысоевой. М.: Юрайт; 2022. 194 с.

[Vaindorf-Sysoeva M. E., Gryaznova T. S., Shitova V. A. Methods of distance learning: Textbook for universities. Moscow, Yurayt; 2022. 194 p. (In Russian.)]

5. Толбатова Ю. В. Компетентностная модель определения студентом индивидуальной образовательной траектории в высшем образовательном учреждении. *Мир науки, культуры, образования*. 2012;(4):219–220. EDN: PCTICD

[Tolbatova J. V. Competence model determining student individual educational trajectories in a higher educational institution. *Mir Nauki, Kul'tury, Obrazovaniya*. 2012;(4):219–220. (In Russian.) EDN: PCTICD]

6. Мухаметзянова Ф. Г., Забиров Р. В., Вафина В. Р. Индивидуальная образовательная траектория и индивидуальный образовательный маршрут студента как фактор успешной подготовки будущего бакалавра в вузе. *Модернизация образования: проблемы и перспективы. Материалы XXII Рязанских педагогических чтений, посвященных 100-летию РГУ имени С. А. Есенина*. Рязань: Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина; 2015:81–85. EDN: UCZYHV

[Mukhametzyanova F. G., Zabirov R. V., Vafina V. R. Individual educational trajectory and individual educational route of a student as a factor in the successful preparation of a future bachelor at a university. *Modernization of Education: Problems and Prospects. Proc. XXII Ryazan Pedagogical Readings, Dedicated to the 100th Anniversary of the Ryazan State University Named for S. Yesenin*. Ryazan, Ryazan State University named for S. Yesenin; 2015:81–85. (In Russian.) EDN: UCZYHV]

7. Игнатов С. Б., Мулявина Э. А. Индивидуальные образовательные траектории: новая реальность высшего профессионального образования в России. *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки*. 2020;(11):75–78. EDN: TBGIRD. DOI: 10.37882/2223-2982.2020.11.15

[Ignatov S. B., Mulyavina E. A. Individual educational trajectories: The new reality of higher professional education in Russia. *Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series: Humanities*. 2020;(11):75–78. (In Russian.) EDN: TBGIRD. DOI: 10.37882/2223-2982.2020.11.15]

8. Макарова Е. А., Хакунова Ф. П., Макарова Е. Л. Роль индивидуальных образовательных траекторий в формиро-

вании психологически комфортной образовательной среды. *Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 3: Педагогика и психология*. Майкоп: Адыгейский государственный университет; 2013;(4):125–133. EDN: RSXYRZ

[Makarova E. A., Khakunova F. P., Makarova E. L. Role of individual learning trajectories in development of non-threatening teaching and learning environment. *The Bulletin of the Adyghe State University: Internet Scientific Journal. Series 3: Pedagogy and Psychology*. Maykop, Adyghe State University; 2013;(4):125–133. (In Russian.) EDN: RSXYRZ]

9. Самерханова Э. К., Имжарова З. У. Вариативность основных профессиональных образовательных программ как механизм обеспечения реализации индивидуальных образовательных траекторий обучающихся. *Вестник Мининского университета*. Нижний Новгород: Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина; 2016;(1-1(13)):27. EDN: VQSYUP

[Samerkhanova E. K., Imzharova Z. U. Variability basic professional educational programs as a mechanism of ensuring the implementation of individual educational trajectories studying. *Vestnik of Minin University*. Nizhny Novgorod, Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University; 2016;(1-1(13)):27. (In Russian.) EDN: VQSYUP]

10. Becker S. A., Cummins M., Davis A., Freeman A., Hall C. G., Ananthanarayanan V. NMC horizon report: 2017 higher education edition. Austin, Texas, The New Media Consortium; 2017. 60 p. Available at: <https://www.learnlib.org/p/174879/>

11. Peng H., Ma S., Spector J. M. Personalized adaptive learning: An emerging pedagogical approach enabled by a smart learning environment. *Smart Learning Environments*. 2019;(6):1–14. DOI: 10.1186/s40561-019-0089-y

12. Пожаркова И. Н., Носкова Е. Е., Трояк Е. Ю. Формирование индивидуальной образовательной траектории как компонента практико-ориентированной среды обучения. *Педагогический имидж*. 2018;(3(40)):179–192. EDN: YQXDFB. DOI: 10.32343/2409-5052-2018-11-3-179-192

[Pozharkova I. N., Noskova E. E., Troyak E. Yu. Formation of individual educational trajectory as a component of practice-oriented learning environment. *Pedagogical Image*. 2018;(3(40)):179–192. (In Russian.) EDN: YQXDFB. DOI:10.32343/2409-5052-2018-11-3-179-192]

13. Колясникова Л. В. Организационно-педагогические условия реализации индивидуальных образовательных траекторий обучающихся по образовательным программам высшего образования. *Наука. Информатизация. Технологии. Образование. Материалы XII международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в образовании и науке НИТО 2019»*. Екатеринбург: Российский государственный профессионально-педагогический университет; 2019:332–339. EDN: ZFDEEP

[Kolyasnikova L. V. Organizational-pedagogical conditions for the realization individual learning trajectories of higher educational students. *Science. Informatization. Technology. Education. Proc. XII Int. Scientific and Practical Conf. "New Information Technologies in Education and Science NITO 2019"*. Yekaterinburg, Russian State Vocational Pedagogical University; 2019:332–339. (In Russian.) EDN: ZFDEEP]

14. Вайнштейн Ю. В., Есин Р. В. Индивидуализация обучения в электронной среде. *Развитие личности в условиях цифровизации образования: от начальной к высшей школе. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, приуроченной к 45-летию подготовки педагогических кадров для начальной школы в Елецком государственном университете им. И. А. Бунина*. Елец: Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина; 2020:8–12. EDN: GADOZM

[Weinstein Yu. V., Esin, R. V. Individualization of learning in the electronic environment. *Personal Development in the*

Conditions of Digitalization of Education: From Primary to Higher School. Proc. All-Russian Sci. Conf. with International Participation, Timed to the 45th Anniversary of Teacher Training for Elementary School at Bunin Yelets State University. Yelets, Bunin Yelets State University; 2020:8–12. (In Russian.) EDN: GADOZM]

15. Mirata V., Hirt F., Bergamin P., Van der Westhuizen C. Challenges and contexts in establishing adaptive learning in higher education: Findings from a Delphi study. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2020;17(1):1–25. DOI: 10.1186/s41239-020-00209-y

16. Глотова М. Ю., Самохвалова Е. А. Индивидуальные образовательные траектории на базе систем дистанционной поддержки образовательного процесса на примере СДО Moodle. *Наука и школа*. 2015;(5):60–68. EDN: UXWDAL

[Glota M. Yu., Samokhvalova E. A. Individual educational trajectories based on the systems of distance support for educational process on the example of the LMS Moodle. *Science and School*. 2015;(5):60–68. (In Russian.) EDN: UXWDAL]

17. Анисимова Э. С. Дистанционные технологии в формировании индивидуальной образовательной траектории студентов. *European Scientific Conference. Сборник статей победителей IV Международной научно-практической конференции*. Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г. Ю.); 2017;3:67–69. EDN: YQYLTF

[Anisimova E. S. E-learning technologies in the formation of individual educational trajectory of students. *European Scientific Conference. Collection of Articles of the Winners of the IV Int. Scientific and Practical Conf. Penza, Nauka i Prosveshchenie (IP Gulyaev G. Yu.)*; 2017;(3):67–69. (In Russian.) EDN: YQYLTF]

18. Есин Р. В. Проектирование индивидуальной образовательной траектории в адаптивном электронном образовательном курсе. *Развивающий потенциал образовательных Web-технологий: сборник статей участников Международной научно-практической конференции*. Арзамас: Арзамасский филиал ННГУ; 2018:348–352. EDN: XPDSNN

[Esin R. V. Designing an individual educational trajectory in adaptive electronic educational course. *Developing Potential of Educational Web-Technologies. Collection of Research Articles of Int. Scientific and Practical Conf. Arzamas, Arzamas Branch of Lobachevsky University*; 2018:348–352. (In Russian.) EDN: XPDSNN]

19. Завалялова М. С. Индивидуальные образовательные траектории в вузе. *Научный диалог в языковом пространстве. Сборник статей II Всероссийской (Национальной) научно-практической конференции*. Саратов: ООО «ЦеСА-ин СГАУ»; 2020:31–33. EDN: TKXUYL

[Zavayalova M. S. Individual educational trajectories in higher education institutions. *Scientific Dialogue in the Language Space. Collection of Articles of the II All-Russian (National) Scientific and Practical Conf. Saratov, LLC Center of Social Aggroinnovations of SSAU*; 2020:31–33. (In Russian.) EDN: TKXUYL]

20. Комаровская Е. П., Пивоваров В. А. Моделирование индивидуальной образовательной траектории студентов в образовательном процессе вуза. *Известия Воронежского государственного педагогического университета*. 2020;(2):16–19. EDN: WEVAPF

[Komarovskaya E. P., Pivovarov V. A. Modeling the individual educational trajectory of students in the educational process of the university. *Izvestiya Voronezh State Pedagogical University*. 2020;(2):16–19. (In Russian.) EDN: WEVAPF]

21. Лунатникова И. Г. Создание индивидуальной образовательной траектории как один из способов обучения студентов приемам принятия решений. *Фундаментальные исследования*. 2009;(5-S):108–110. EDN: KXQHFN

[Lipatnikova I. G. Creating an individual educational trajectory as one of the ways to teach students decision-making techniques. *Fundamental Research*. 2009;(5-S):108–110. (In Russian.) EDN: KXQHFN]

22. Быстрова Т. Ю., Ларионова В. А., Синицын Е. В., Толмачев А. В. Учебная аналитика MOOK как инструмент прогнозирования успешности обучающихся. *Вопросы образования*. 2018;(4):139–166. EDN: MIBVWP. DOI: 10.17323/1814-9545-2018-4-139-166

[Byistrova T., Larionova V., Sinitsyn E., Tolmachev A. Learning analytics in massive open online courses as a tool for predicting learner performance. *Educational Studies Moscow*. 2018;(4):139–166. (In Russian.) EDN: MIBVWP. DOI: 10.17323/1814-9545-2018-4-139-166]

23. Brass J., Lynch T. L. Personalized learning: A history of the present. *Journal of Curriculum Theorizing*. 2020;35(2):3–21. Available at: <https://journal.jctonline.org/index.php/jct/article/view/807>

24. Cavanagh T., Chen B., Lahcen R. A. M., Paradiso J. R. Constructing a design framework and pedagogical approach for adaptive learning in higher education: A practitioner's perspective. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*. 2020;21(1):173–197. DOI: 10.19173/irrodl.v21i1.4557

25. Johanes P., Lagerstrom L. Adaptive learning: The premise, promise, and pitfalls. *2017 ASEE Annual Conference & Exposition*. Columbus, Ohio. 2017:14. DOI: 10.18260/1-2-27538

26. Dziuban C., Moskal P. D., Parker L., Campbell M., Howlin C., Johnson C. Adaptive learning: A stabilizing influence across disciplines and universities. *Online Learning*. 2018;22(3):7–39. DOI: 10.24059/olj.v22i3.1465

27. Шершнева В. А., Вайнштейн Ю. В., Кочеткова Т. О. Адаптивная система обучения в электронной среде. *Программные системы: теория и приложения*. 2018;9(4(39)):159–177. EDN: DNBANN. DOI: 10.25209/2079-3316-2018-9-4-159-177

[Shershneva V. A., Vainshtein Yu. V., Kochetkova T. O. Adaptive system of web-based system. *Program Systems: Theory and Applications*. 2018;9(4(39)):159–177. (In Russian.) EDN: DNBANN. DOI: 10.25209/2079-3316-2018-9-4-159-177]

28. Крекетов И. А., Романенко В. В., Кручинин В. В., Городович А. В. Реализация адаптивного обучения: методы и технологии. *Открытое и дистанционное образование*. 2018;(3):33–40. EDN: YAEIXDN. DOI: 10.17223/16095944/71/5

[Krechetov I. A., Romanenko V. V., Kruchinin V. V., Gorodovich A. V. Implementation of adaptive learning: Methods and technologies. *Open and Distance Education*. 2018;(3):33–40. (In Russian.) EDN: YAEIXDN. DOI: 10.17223/16095944/71/5]

29. Крекетов И. А., Романенко В. В. Реализация методов адаптивного обучения. *Вопросы образования*. 2020;(2):252–277. EDN: KYNIIH. DOI: 10.17323/1814-9545-2020-2-252-277

[Krechetov I. A., Romanenko V. V. Implementing the adaptive learning techniques. *Educational Studies Moscow*. 2020;(2):252–277. (In Russian.) EDN: KYNIIH. DOI: 10.17323/1814-9545-2020-2-252-277]

30. Chen B., Bastedo K., Kirkley D., Stull C., Tojo J. Designing personalized adaptive learning courses at the University of Central Florida. *Educause Learning Initiative*. 2017:1–12. Available at: <https://library.educause.edu/resources/2017/8/designing-personalized-adaptive-learning-courses-at-the-university-of-central-florida>

31. Cai R. Adaptive learning practice for online learning and assessment. *Proc. of the 2018 Int. Conf. on Distance Education and Learning ICDEL'18*. New York, USA, Association for Computing Machinery; 2018:103–108. DOI: 10.1145/3231848.3231868

32. Johnson C., Sloan A. Adaptive learning: Implementation, scaling, and lessons learned. *Educause Review*. April 6, 2020. Available at: <https://er.educause.edu/articles/2020/4/adaptive-learning-implementation-scaling-and-lessons-learned>

33. Van Leusen P., Cunningham J., Johnson D. P. Designing and teaching adaptive + active learning effectively. *Current Issues in Emerging eLearning*. 2020;7(1):1–18. Available at: <https://scholarworks.umb.edu/ciee/vol7/iss1/2>

34. Johnson C., Zone E. Achieving a scaled implementation of adaptive learning through faculty engagement: A case study. *Current Issues in Emerging eLearning*. 2018;5(1):80–95. Available at: <https://scholarworks.umb.edu/ciee/vol5/iss1/7/>

Информация об авторах

Максимова Мария Васильевна, Ph.D., специалист по развитию и обучению персонала Центра развития профессиональных компетенций и квалификаций, Институт повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-3228-2850>; *e-mail*: mariamaxvas@gmail.com

Фролова Ольга Владимировна, директор Центра развития профессиональных компетенций и квалификаций, Институт повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-7504-525X>; *e-mail*: ovfrolova@fa.ru

Этуев Хажмухамед Харабиевич, заместитель директора Института повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-8744-8462>; *e-mail*: kkehtuev@fa.ru

Александрова Людмила Дмитриевна, канд. филос. наук, доцент, зав. кафедрой «Цифровизация образования», Институт онлайн-образования, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-4896-9959>; *e-mail*: ldaleksandrova@fa.ru

Information about the authors

Maria V. Maximova, Ph.D., Personnel Development and Training Specialist at the Center for Development of Professional Competencies and Qualifications, Institute for Advanced Training and Professional Retraining of Employees, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-3228-2850>; *e-mail*: mariamaxvas@gmail.com

Olga V. Frolova, Director of the Center for Development of Professional Competencies and Qualifications, Institute for Advanced Training and Professional Retraining of Employees, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-7504-525X>; *e-mail*: ovfrolova@fa.ru

Khazhmukhamed Kh. Etuev, Deputy Director of the Institute for Advanced Training and Professional Retraining of Employees, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-8744-8462>; *e-mail*: kkehtuev@fa.ru

Lyudmila D. Aleksandrova, Candidate of Sciences (Philosophy), Docent, Head of the Department of Digitalization of Education, Institute of Online Education, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-4896-9959>; *e-mail*: ldaleksandrova@fa.ru

Поступила в редакцию / Received: 25.11.22.

Поступила после рецензирования / Revised: 24.02.23.

Принята к печати / Accepted: 28.02.23.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-4-28-43

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Ю. Ю. Якунин¹ ✉, В. Н. Шестаков¹, Д. И. Ликсонова¹, А. А. Даничев¹¹ Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

✉ yakuninyu@mail.ru

Аннотация

Цифровые помощники все больше проникают в разные области деятельности человека, в том числе и в образовательную. Сегодня это уже не просто автоматизированные системы или веб-приложения, поддерживающие и автоматизирующие некоторые процессы, включая учебный. Сейчас это более интеллектуальные и более автономные системы. Цифровые помощники в жизни студента играют особую роль, в некотором смысле замещая деканат, наставника, тьютора, представителей других служб университета и другие элементы образовательной инфраструктуры. Цифровая поддержка студента важна и полезна, особенно на первом курсе, в период адаптации обучающегося к среде высшего образования, существенно отличающегося от школьного. Именно в этот момент происходит наибольшее количество отчислений студентов по причине академической неуспеваемости. Цифровой помощник в виде мобильного приложения, умеющий спрогнозировать результаты обучения и вовремя проинформировать об этом, по мнению авторов, может оказать важную поддержку для студента и помочь ему сориентироваться и скорректировать свое поведение в случае угрозы негативного результата.

Для решения задач по созданию прогнозной модели результатов обучения студентов и соответствующего мобильного приложения, а также для проведения предпроектного исследования были использованы следующие методы и инструменты математической статистики: метод k -средних, метод корреляции Кендалла, критерий Фридмана с апостериорным критерием Дарбина—Коновера, линейная регрессия, логистическая регрессия, категориальный байесовский классификатор, метод случайного леса, нейронная сеть (многослойный перцептрон), непараметрическая оценка функции регрессии Надарая—Ватсона, STATISTICA 10.0 и Jamovi 2.2.5, библиотеки Python.

В результате исследования создана математическая модель прогнозирования результатов обучения по дисциплинам на основе текущей успеваемости в электронных образовательных курсах. Точность модели зависит от недели обучения, на которой она применяется, и достигает 92,6 %. На ранних этапах (например, для 7-й недели) точность составляет не ниже 85 % и варьируется в зависимости от контингента студентов и дисциплин.

В результате исследования разработано мобильное приложение, реализующее прогнозную модель и другие сопутствующие функции для информирования студента об ожидаемых успехах в обучении.

Созданная прогнозная модель основана на текущих данных об успеваемости, получаемых из электронных курсов, и способна делать точный прогноз, что позволяет применять ее на практике в онлайн-режиме и через мобильное приложение информировать обучающегося.

Ключевые слова: прогнозирование успеваемости обучающихся, прогнозирование результатов обучения, анализ образовательных данных, метод k -средних, непараметрическая ядерная оценка регрессии Надарая—Ватсона, машинное обучение, классификация обучающихся по успеваемости.

Для цитирования:

Якунин Ю. Ю., Шестаков В. Н., Ликсонова Д. И., Даничев А. А. Прогнозирование результатов обучения студентов с использованием инструментов машинного обучения. *Информатика и образование*. 2023;38(4):28–43. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-4-28-43

PREDICTING STUDENT PERFORMANCE USING MACHINE LEARNING TOOLS

Yu. Yu. Yakunin¹ ✉, V. N. Shestakov¹, D. I. Liksonova¹, A. A. Danichev¹¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

✉ yakuninyu@mail.ru

© Якунин Ю. Ю., Шестаков В. Н., Ликсонова Д. И., Даничев А. А., 2023

Abstract

Digital assistants are increasingly penetrating various areas of human activity, including education. Today, they are no longer just automated systems or web applications that support and automate certain processes, including educational processes. Now they are more intelligent and more autonomous systems. Digital assistants play a special role in a student's life, in a sense replacing the dean's office, mentor, tutor, representatives of other university services and other elements of educational infrastructure. The digital support for the student is important and useful, especially in the first year during his adaptation to the environment of higher education, which is significantly different from the school one. It is at this point that the largest amount of students dropouts occurs due to academic failure. According to the authors, a digital assistant in the form of a mobile application that can predict learning outcomes and inform about it in time, can provide important support for the student and help him/her orient and adjust his/her behavior in case of a threat of a negative result.

To solve the problems of creating a predictive model of student learning outcomes and a mobile application that implements it, as well as to conduct a pre-project study, the following methods and tools of mathematical statistics were used: k -means method, Kendall correlation method, Friedman's test with Durbin—Conover posterior test, linear regression, logistic regression, categorical Bayesian classifier, random forest method, neural network (multilayer perceptron), non-parametric estimation of the Nadaraya—Watson regression function, STATISTICA 10.0 and Jamovi 2.2.5, Python libraries.

As a result of the study, a mathematical model for predicting learning outcomes in disciplines based on current performance in e-learning courses was created. The accuracy of the model depends on the week of training in which it is applied and reaches 92,6 %. In the early stages (e. g., for week 7), the accuracy is at least 85 % and varies depending on the contingent of the student population and disciplines.

As a result of the study, a mobile application was developed that implements a predictive model and other related functions to inform the student about his/her estimated educational success.

The created predictive model is based on current performance data obtained from electronic courses and is capable of making accurate predictions, which allows it to be applied in practice online and through the mobile application to inform students.

Keywords: predicting student performance, predicting learning outcomes, educational data mining (EDM), k -means method, Nadaraya—Watson kernel regression, machine learning, students' performance classification.

For citation:

Yakunin Yu. Yu., Shestakov V. N., Liksonova D. I., Danichev A. A. Predicting student performance using machine learning tools. *Informatics and Education*. 2023;38(4):28–43. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-4-28-43

1. Введение

Исследования, направленные на поиск решений, позволяющих повысить эффективность образовательной деятельности в высших учебных заведениях, показали многоаспектность решаемой проблемы. Отдельным и тоже многогранным направлением этих исследований является область управления мотивацией студентов к обучению. Изучение этой проблемы показывает, что чем больше студент проинформирован об учебном процессе, чем больше он в него вовлечен, тем выше его мотивация и интерес к самому процессу обучения, что неизбежно приводит к повышению вероятности его личного успеха в учебе.

В современном мире для того, чтобы привлечь и заинтересовать студентов, можно предложить им специальные мобильные приложения, содержащие всю необходимую информацию об обучении, а также механизмы захвата внимания и долгосрочного удержания интереса при периодическом использовании такого приложения. Кроме прочего функционала, приложение позволяет получать прогноз результатов промежуточной аттестации в зависимости от данных о текущей успеваемости студента в семестре.

Доступные функции анализа образовательных данных и, в частности, прогнозирования успеваемости обучающихся расширяются благодаря возможности систематически собирать, хранить и автоматизированно обрабатывать большие объемы данных о студентах, применяя математические методы. Эти объемы особенно возросли в период пандемии COVID-19, когда электронные курсы стали использоваться намного интенсивнее, чем раньше.

2. Современные методы прогнозирования успеваемости обучающихся.

Обзор актуальных исследований

За последние годы значительно увеличилось количество научных статей о прогнозировании успеваемости обучающихся с помощью методов машинного обучения. Проведенный **Y. A. Alsariera** и коллегами в работе «**Assessment and evaluation of different machine learning algorithms for predicting student performance**» [1] систематический обзор выявил около 40 публикаций о попытках применения методов анализа к образовательным данным с целью прогнозирования успеваемости студентов. При этом наборы обрабатываемых данных разнообразны и включают в себя:

- демографические данные;
- академические данные;
- личные данные;
- коммуникационные данные;
- психологические данные и др.

Разные исследователи применяют для анализа такие методы как:

- нейронные сети (*англ.* Neural Network, NN);
- машина опорных векторов (*англ.* Support Vector Machine, SVM);
- дерево решений (*англ.* Decision Tree);
- наивный байесовский метод (*англ.* Naive Bayes Classifier);
- k -ближайших соседей (*англ.* k -nearest neighbors algorithm, k -NN);
- линейная регрессия (*англ.* Linear Regression).

Наибольшую среднюю эффективность показали нейронные сети и дерево решений.

2.1. Модель классификации

Большая часть исследований посвящена построению модели классификации на два класса (успех/неуспех) на основе разного количества и качества признаков.

В статье G. B. Brahim «Predicting student performance from online engagement activities using novel statistical features» [2] модель прогнозирования предусматривает извлечение в общей сложности 86 статистических признаков, которые были семантически разделены на три широкие категории на основе различных критериев:

- тип активности;
- временная статистика;
- количество периферийной активности.

Использовались пять популярных классификаторов:

- метод случайного леса (*англ.* Random Forest, RF);
- машина опорных векторов;
- наивный байесовский метод;
- логистическая регрессия (*англ.* Logistic Regression, LR);
- многослойный перцептрон (*англ.* Multilayered Perceptron, MLP).

В. И. Токтарова и Ю. А. Пашкова в работе «Предиктивная аналитика в цифровом образовании: анализ и оценка успешности обучения студентов» [3] использовали следующие признаки:

- год поступления;
- курс;
- направление подготовки;
- группа;
- пол;
- средний балл аттестата;
- баллы текущей аттестации (на входном контроле по дисциплине, за выполнение лабораторных работ, домашних заданий, контрольных работ, защиту рефератов);
- баллы промежуточной аттестации (зачеты по дисциплине или ее разделам, зачет по курсовой работе, экзамен, контроль остаточных знаний);
- итоговый балл и итоговая оценка;
- количество кликов по компонентам дисциплины.

Были получены следующие результаты применения моделей прогнозирования:

- линейная регрессия (точность 63 %);
- логистическая регрессия (80 %);
- глубокие нейронные сети (82 %);
- дерево решений (89 %).

A. Almasri, E. Celebi, R. S. Alkhaldeh в статье «EMT: Ensemble meta-based tree model for predicting student performance» [4] применили различные методы машинного обучения, используя возможности их гибкого сочетания. Исходными данными для анализа являлись:

- средний балл обучающегося;

- промежуточные результаты (оценки по дисциплинам, тестам, посещаемость);
- социально-демографические данные (пол, возраст, доходы, семейное положение);
- внеклассные занятия;
- психометрические данные;
- посещение подготовительных курсов для университета;
- взаимодействие в социальных сетях.

В. А. Шевченко в работе «Прогнозирование успеваемости студентов на основе методов кластерного анализа» [5] для прогноза использовала кластеризацию методом k -средних. Обрабатываются данные об оценке входных знаний по дисциплине, оценке знаний по первой теме дисциплины, числе пропусков на момент прогноза.

Авторы статьи «Significance of non-academic parameters for predicting student performance using ensemble learning techniques» [6] D. Aggarwal, S. Mittal, V. Bali сравнивают модели с различным набором признаков:

- с использованием только академических параметров;
- с использованием академических и демографических параметров.

В статье L. M. A. Zohair «Prediction of student's performance by modelling small dataset size» [7] изучены методы KNN и LDA (*англ.* Latent Dirichlet Allocation, латентное размещение Дирихле) для малых выборок. В двух статьях Р. Б. Куприянова и Д. Ю. Звонарева — «Повышение качества модели прогнозирования образовательных результатов студентов университетов» [8] и «Разработка модели прогнозирования образовательных результатов обучающихся для университетов» [9] — прогнозирование успеваемости основано на алгоритмах градиентного бустинга (*англ.* Gradient Tree Boosting, Gradient Boosting Machine, GBM) над решающими деревьями и линейной регрессии.

Кроме этого, встречаются исследования, связанные с классификацией по шаблонам поведения обучающихся в электронных курсах.

В работе «Predicting student performance using sequence classification with time-based windows» [10] G. Deeva и соавторы изучают шаблоны поведения, выражающиеся в последовательности событий пользователя курса с учетом времени поведения (недели обучения). С. В. Русаков, О. Л. Русакова и К. А. Посохина в статье «Нейросетевая модель прогнозирования группы риска по успеваемости студентов первого курса» [11] с помощью нейронной сети составили портрет (шаблон) студента — кандидата на попадание в группу риска.

В работе R. H. Ali «Educational data mining for predicting academic student performance using active classification» [12] методы интеллектуального анализа образовательных данных (*англ.* Educational Data Mining, EDM) используются для обнаружения шаблона, чтобы улучшить образовательный процесс и добиться высокой эффективности всех образова-

тельных элементов. Для классификации признаков применялись четыре метода:

- метод случайного леса;
- метод распространения меток (*англ.* Label Distribution Protocol, LDP);
- логистическая регрессия;
- многослойный перцептрон.

2.2. Нейронные сети

Отдельно стоит рассмотреть исследования с применением нейронных сетей для решения задачи прогнозирования.

Метод, предлагаемый S. Li и T. Liu в статье «*Performance prediction for higher education students using deep learning*» [13], использует глубокую нейронную сеть для прогнозирования путем извлечения информативных данных в виде признаков с соответствующими весами. Несколько обновленных скрытых слоев применяются для автоматического проектирования нейронной сети.

S. Poudyal, M. J. Mohammadi-Aragh, J. E. Ball в статье «*Prediction of student academic performance using a hybrid 2D CNN model*» [14] построили гибридную 2D-модель по архитектуре сверточных нейронных сетей CNN, объединив две разные 2D-модели CNN для прогнозирования успеваемости. Достигнутая точность выше, чем у классических моделей, таких как *k*-ближайших соседей, наивный байесовский метод, деревья решений и логистическая регрессия.

S. Sood, M. Saini в статье «*Hybridization of cluster-based LDA and ANN for student performance prediction and comments evaluation*» [15] использовали гибридный подход, состоящий из линейного дискриминантного анализа на основе кластера и искусственной нейронной сети (*англ.* Artificial Neural Network, ANN). Благодаря этому они предоставили потенциальным студентам мотивационные комментарии и видеорекомендации, с помощью которых они могут выбрать правильный предмет, чтобы снизить вероятность отчисления.

M. Tsiakmaki и коллеги в работе «*Transfer learning from deep neural networks for predicting student performance*» [16] предложили метод трансфертного обучения, который позволяет обучать глубокую сеть, применяя набор данных прошлого курса (исходный курс), и повторно использовать его в качестве отправной точки для набора данных нового курса (целевой курс).

Y. Liu и др. проводят эксперименты по сравнению алгоритмов глубокого обучения (включая LSTM (*англ.* Long Short-Term Memory)) и 1D-CNN с традиционными подходами к машинному обучению на основе выборки 5 341 студента и данных об их поведении при кликах из Open University Learning Analytics. Выделены четыре из двенадцати учебных инструментов, которые являются критически важными и влияют на успеваемость студентов. Результаты исследования представлены в статье «*Predicting student performance using clickstream data and machine learning*» [17].

2.3. Комбинированные и иные методы

В работе R. Conijn, A. Van den Beemt, P. Cuijpers «*Predicting student performance in a blended MOOC*» [18] изучается подвыборка студентов смешанных массовых открытых онлайн-курсов (МООК) для выпускников, цель обучения которых — завершение курса в кампусе. Для прогнозирования успеваемости обучающихся совокупная частота действий, частота конкретных элементов курса и порядок действий были проанализированы с использованием корреляций, множественной регрессии и анализа процессов. Все агрегированные частоты активности МООК оказались положительно связаны с оценками экзамена в кампусе. Однако эта взаимосвязь менее ясна при контроле прошлой деятельности. В целом 65 % конкретных предметов курса показали значительную корреляцию с итоговой оценкой на экзамене. Студенты, успешно сдавшие курс, распределили свое обучение на большее количество дней по сравнению с теми, кто не прошел курс. Небольшая разница была обнаружена в порядке действий в рамках МООК между сдавшими и не прошедшими испытания студентами.

А. Е. Шухман, Д. И. Парфенов, Л. В. Легашев, Л. С. Гришина в статье «*Анализ и прогнозирование успеваемости обучающихся при использовании цифровой образовательной среды*» [19] показывают результаты изучения возможностей прогнозирования успеваемости (среднего балла за сессию) методом машинного обучения алгоритмом градиентного бустинга LightGBM. В этой работе, проведенной в Оренбургском государственном университете, использовались следующие входные данные:

- накопленный средний балл за предыдущий период обучения;
- средний балл по итогам первого рубежного контроля;
- средний балл по итогам второго рубежного контроля (12 недель с начала семестра);
- процент пропусков;
- год рождения;
- пол;
- место проживания (город/село);
- уровень предыдущего образования;
- семейное положение;
- результаты вступительных испытаний;
- является ли обучающийся сиротой;
- является ли обучающийся инвалидом;
- проживает ли обучающийся в общежитии.

Среднее отклонение предсказанного среднего балла от реального составило 0,18.

Актуальными представляются исследования, связанные с изучением поведения обучающихся в электронных курсах. F. Qiu и коллеги в статье «*Predicting students' performance in e-learning using learning process and behaviour data*» [20] предлагают структуру прогнозирования эффективности электронного обучения на основе классификации поведения (*англ.* Behaviour-Based Classification of the

E-Learning Performance, ВСЕР), которая выбирает особенности поведения в электронном обучении, использует слияние признаков с данными о поведении в соответствии с моделью его классификации, чтобы получить значения признаков класса для каждого типа поведения, и, наконец, создает предиктор эффективности обучения на основе машинного обучения.

Предпринимаются попытки привлечь в массив анализируемых данных индивидуальные психологические характеристики обучающихся. **Е. Е. Котова в работе «Прогнозирование успешности обучения в интегрированной образовательной среде с применением инструментов онлайн-аналитики» [21]**, помимо успеваемости, предлагает для прогноза использовать данные, полученные с помощью психологического инструментария (когнитивно-стилевой потенциал). **I. Al-Kindi, Z. Al-Khanjari в статье «Tracking student performance tool for predicting students EBPP in online courses» [22]** прогнозируют такие параметры, как вовлеченность обучающихся, поведение, личность и успеваемость, с помощью инструмента отслеживания успеваемости студентов, который получает данные непосредственно из журналов Moodle любых выбранных курсов.

Ряд исследований доведены до программной реализации моделей в виде приложения. Так, **в Томском политехническом университете** изучили возможность создания прогнозной модели успеваемости студентов* на основе следующих данных:

- форма обучения;
- квалификация;
- курс;
- специальность;
- академический отпуск (действующий): да/нет;
- всего часов пропусков в семестре;
- всего часов аудиторных занятий в семестре.

Классификация проведена следующими методами:

- метод логистической регрессии;
- метод опорных векторов;
- метод случайного леса (показал лучшие прогнозные результаты).

С. Б. Пахирко создал приложение для прогнозирования успеваемости студентов, работающее на мобильных устройствах с ОС Android. Для прогнозирования результатов экзамена на основе данных контрольных недель использовался метод линейной регрессии, для прогнозирования сдачи зачета применялись методы бинарной классификации**.

* **Зяблицев П. А.** Прогнозная модель для оценки успеваемости студентов университета по итогам текущего обучения. Магистерская диссертация по направлению подготовки 09.04.04 «Программная инженерия». Томск: Томский политехнический университет; 2020. <https://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/61074/1/TPU930128.pdf>

** **Пахирко С. Б.** Система прогнозирования успеваемости студентов с использованием методов интеллектуального анализа данных. Выпускная квалификационная работа бакалавра по направлению 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем.

3. Цель и задачи исследования

Анализ литературных источников показал, что тема прогнозирования успеваемости студентов является актуальной и многие исследователи пытаются решить эту задачу разными методами и с разных точек зрения. Существенное влияние на постановку задачи прогнозирования и выбор методов оказывают исходные данные, которые используются для обучения моделей прогнозирования и их применения. Кроме этого, определение самой функции расчета результата обучения, успеваемости или успешности также играет важную роль для постановки и решения задачи прогнозирования обучения.

Целью настоящего исследования является разработка системы прогнозирования результатов обучения студентов на основе данных текущей успеваемости в электронных образовательных курсах (ЭОК), способной в реальном времени через мобильное приложение информировать каждого студента Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета (ИКИТ СФУ) о вероятном результате его обучения в текущем семестре по каждой изучаемой дисциплине.

Задачи исследования:

- формализовать понятие результата обучения, используя доступные актуальные исходные данные, для применения его в прогнозной модели;
- провести предпроектное исследование методом кластерного анализа для подтверждения гипотезы о возможности разделения студентов на классы в зависимости от успешности результатов обучения;
- провести анализ методов прогнозирования, выбрать и исследовать наиболее эффективный метод для данной задачи прогнозирования;
- реализовать прогнозную модель в мобильном приложении для использования студентами в процессе обучения.

Сформулированные выше цель и задачи, а также доступные в режиме онлайн актуальные исходные данные определили характер исследования и повлияли на выбор методов прогнозирования.

4. Материалы и методы

Общая выборка исходных данных сформирована на основе данных по 2 130 студентам из 89 учебных групп, обучающимся в общей сложности по 526 электронным образовательным курсам.

Для демонстрации примеров и результатов исследований в данной статье использованы данные двух выборок:

Профиль «Технологии программирования». <https://nauchkor.ru/pubs/sistema-prognostirovaniya-uspevaemosti-studentov-s-ispolzovaniem-metodov-intellektualnogo-analiza-dannyh-5f4d0605cd3d3e0001ce9b0f>

- 126 студентов (7 учебных групп), обучающихся по дисциплине «Дискретная математика» с формой контроля «экзамен»;
- 102 студента (4 учебные группы), обучающихся по дисциплине «Математический анализ» с формой контроля «зачет».

Сбор, группировка и предварительная обработка исходных данных производились в электронных таблицах Microsoft Excel. Статистическая обработка данных исследования проведена с использованием программ STATISTICA 10.0 и Jamovi 2.2.5.

Для кластеризации наблюдений использовался метод k -средних с настройкой измерения минимальных расстояний (в STATISTICA).

Для изучения связи между количественными переменными, одна из которых имела порядковую природу, использовался метод корреляции Кендалла (в STATISTICA).

Для сравнения парных номинальных переменных применялся критерий Фридмана с апостериорным критерием Дарбина—Коновера (в Jamovi).

Исследовались возможности применения следующих методов для задачи прогнозирования результатов обучения:

- кластеризация k -средних;
- линейная регрессия;
- логистическая регрессия;
- категориальный байесовский классификатор;
- метод случайного леса;
- нейронная сеть (многослойный перцептрон).

Для прогнозирования результатов обучения студентов использовалась непараметрическая оценка функции регрессии по наблюдениям типа Надарая—Ватсона.

5. Результаты исследования

Формализуем понятие «результат обучения». Во-первых, оно непосредственно связано с оценкой в промежуточной аттестации (сессии). Во-вторых, поскольку прохождение промежуточной аттестации студентами может быть растянуто во времени, в течение которого обучающиеся имеют возможность пересдачи после неудачных попыток, то факты пересдач также должны быть учтены. В-третьих, результат обучения должен по-разному учитываться для дисциплин с разными формами контроля (зачет, экзамен). Таким образом, формулу расчета результата обучения можно представить, как показано в (1).

$$y = \begin{cases} CR \cdot 2 + (1 - RE/2), & \text{если } \Phi K = \text{зачет;} \\ SC + (1 - RE/2), & \text{если } \Phi K = \text{экзамен,} \end{cases} \quad (1)$$

где:

ΦK — форма контроля;

$CR = \{0, 1\}$ — зачет/незачет;

$SC = \{0, 3, 4, 5\}$ — экзаменационная оценка;

$RE = \{0, 1, 2\}$ — количество пересдач.

Интерпретация значений результатов обучения y приведена в таблице 1.

Таблица 1 / Table 1

Интерпретация значений результатов обучения

Interpretation of learning outcome values

Для дисциплин с ΦK = зачет				
CR	RE	y	Класс	Интерпретация
0	2	0	1	Зона риска. Крайне неудовлетворительный результат обучения по дисциплине
0	1	0,5		
0	0	1		
1	2	2	2	Зона повышенного внимания. Нежелательный результат обучения по дисциплине
1	1	2,5		
1	0	3	3	Зона успеха. Допустимый и/или желательный результат обучения
Для дисциплин с ΦK = экзамен				
SC	RE	y	Класс	Интерпретация
0	2	0	1	Зона риска. Крайне неудовлетворительный результат обучения по дисциплине
0	1	0,5		
0	0	1		
3	2	3	2	Зона повышенного внимания. Нежелательный результат обучения по дисциплине
3	1	3,5		
3	0	4		
4	2	4		
4	1	4,5		
4	0	5	3	Зона успеха. Допустимый и/или желательный результат обучения
5	2	5		
5	1	5,5		
5	0	6		

5.1. Предпроектные исследования

В качестве показателей текущей учебной деятельности студентов в течение семестра, исходя из доступных данных в эксплуатируемых автоматизированных системах в ИКИТ СФУ [23] и корреляционного анализа зависимостей, были взяты баллы текущей успеваемости за каждую неделю обучения. В таблице 2 представлены фрагменты исходных выборок текущей успеваемости студентов по дисциплинам:

- дискретная математика (с ФК = экзамен);
- математический анализ (с ФК = зачет).

Для дискретной математики баллы текущей успеваемости представлены начиная со 2-й недели, для математического анализа — с 3-й. Баллы текущей успеваемости принимают значения в диапазоне [0, 100].

Приведенное в таблице 1 распределение значений результатов обучения по условным классам произведено эмпирическим путем. Для научного подтверждения или опровержения такого распределения был проведен ряд исследований, и прежде всего — *кластеризация*, которая проводилась для каждой недели с использованием текущей успеваемости за весь предшествующий период, т. е. с учетом истории обучения на предыдущих неделях, а также с учетом итогового результата обучения по дисциплине (y). Таким образом, было получено по 17 и 16 вариантов кластеризации для каждой дисциплины соответственно.

В соответствии с настройками параметров (количество кластеров, метод Варда) кластерный анализ объединил студентов в три кластера. Первый кластер — студенты с низким результатом по дисциплине, второй — со средним, третий — с высоким. Полученные кластеры в основе своей соответствуют эмпирическим классам из таблицы 1 с учетом погрешностей границ между кластерами и между

классами. Это обстоятельство позволяет сделать предварительный вывод, что *классы результатов обучения зависят от текущей успеваемости студентов в семестре*.

Для подтверждения указанного вывода были проведены дополнительные исследования, результаты которых приведены в таблице 3 и которые показывают корреляционные связи между результатом обучения (y) и кластерами, с одной стороны, а с другой — между результатом обучения (y) и баллами текущей успеваемости.

Связь результата обучения (y) экзаменационной дисциплины «Дискретная математика» с кластерами заметно возрастает на 7-й неделе ($r = 0,52$) и плавно увеличивается к последней неделе. Связь результата обучения (y) с баллами текущей успеваемости ведет себя аналогично: на 7-й неделе $r = 0,71$ и далее растет.

Связь результата обучения (y) зачетной дисциплины «Математический анализ» с кластерами заметно возрастает на 5-й неделе ($r = 0,51$), но уменьшается с 8-й недели и далее увеличивается только с 15-й. Связь результатов обучения (y) с баллами заметно растет лишь с 13-й недели.

Резкое изменение корреляции на определенной неделе показывает усиление связи текущей успеваемости и результата обучения (y), что позволяет сделать предположение о целесообразности применения прогнозной модели начиная именно с этой недели. Проведение апостериорного теста Дарбина—Коновера для сравнения кластеризации по всем парам недель показывает схожие результаты, что подтверждает сделанное предположение.

5.2. Исследование прогнозных моделей

При выборе подходящей модели прогнозирования результатов обучения на основе текущей успеваемости в семестре были апробированы и исследованы

Таблица 2 / Table 2

Пример исходных данных по текущей успеваемости и результатам обучения

Example of initial data on current academic performance and learning outcomes

Код студента	Текущая успеваемость по дисциплине «Дискретная математика» в баллах																	SC	RE	y
	Номер недели																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
221323	0	3	7	7	14	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	0	2	0
221602	3	7	7	7	11	16	20	24	24	27	35	35	43	43	43	47	51	4	0	5
Код студента	Текущая успеваемость по дисциплине «Математический анализ» в баллах																	CR	RE	y
	Номер недели																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
221954	—	2	2	2	2	21	12	12	12	12	12	19	31	31	37	37	67	1	0	3
222533	—	2	2	2	2	2	9	9	9	9	9	20	20	28	28	54	77	1	0	3
220791	—	2	2	0	5	5	8	15	15	15	15	15	15	20	20	20	20	0	1	0,5

Таблица 3 / Table 3

Коэффициенты корреляции Кендалла результата обучения (y) с кластерами и баллами текущей успеваемости по неделям обучения

Kendall's correlation coefficients of learning outcomes (y) with clusters and current performance scores by week of study

Дисциплина	«Дискретная математика»																
Неделя	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Кластеры	0,51	0,45	0,48	0,42	0,39	0,52	0,53	0,54	0,53	0,54	0,54	0,54	0,55	0,55	0,55	0,57	0,57
Баллы	0,26	0,48	0,39	0,46	0,56	0,71	0,73	0,74	0,74	0,74	0,76	0,76	0,77	0,76	0,77	0,77	0,78
Дисциплина	«Математический анализ»																
Неделя	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Кластеры	—	0,24	0,25	0,51	0,51	0,47	0,32	0,26	0,23	0,23	0,23	0,23	0,22	0,37	0,39	0,45	0,41
Баллы	—	0,21	0,26	0,27	0,22	0,29	0,29	0,28	0,29	0,29	0,29	0,39	0,40	0,44	0,43	0,47	0,53

несколько подходящих, по мнению авторов, моделей и подходов:

- линейная регрессия;
- логистическая регрессия;
- байесовский классификатор;
- кластеризация k -средних;
- классификация методом случайного леса;
- непараметрическая оценка функции регрессии;
- нейронные сети.

Для оценки качества прогнозирования результатов обучения разными методами применялась **матрица неточностей** (англ. Confusion Matrix) $CM_{3 \times 3}$ [24]. В ней строки соответствуют истинным классам, столбцы — прогнозу, на пересечении — количество совпадающих случаев. Выбор матрицы неточностей обоснован тем, что не все ошибки, допускаемые прогнозной моделью, одинаковы, это зависит от прогнозируемого класса (см. табл. 1). Так, ошибка прогнозирования класса 1 и класса 2 по смыслу не является критичной, с точки зрения применения прогнозной модели на практике, где студенту выдается прогноз его результата обучения на основе его текущей успеваемости. Если в прогнозной модели происходит ошибка для этих классов, то студенту сообщится информация о том, что его ждет негативный результат обучения (класс 1) или нежелательный (класс 2). Таким образом, действия студента будут скорректированы на усиление обучения по дисциплине с неверно прогнозируемым результатом, что должно привести к повышению вероятности успешного освоения данной дисциплины. И, напротив, если неверно спрогнозировать класс 3, т. е. сообщить студенту, что у него прогнозируется успешный результат обучения по дисциплине, а в действительности будет провал, то такая ошибка является критичной и неприемлемой для исследуемой модели. На такой ошибке и был сделан акцент, помимо классических методов расчета при выполнении сравнительного анализа методов прогнозирования.

Подсчитаем общую точность Acc и для каждого класса $c = 1, 2, 3$ точность Pr_c и полноту Rc_c по следующим формулам:

$$Acc = \frac{\sum_{i=1}^3 CM_{i,i}}{\sum_{i,j=1}^3 CM_{i,j}}, \quad Pr_c = \frac{CM_{c,c}}{\sum_{i=1}^3 CM_{c,i}}, \quad Rc_c = \frac{CM_{c,c}}{\sum_{i=1}^3 CM_{i,c}}. \quad (2)$$

Как отмечено выше, критической ошибкой прогноза является случай, когда дается прогноз успешной сдачи сессии (класс 3), но реальный результат соответствует классу 1. Такую ошибку рассчитаем по формуле:

$$err_{3,1} = \frac{CM_{1,3}}{\sum_{i=1}^3 CM_{3,i}}. \quad (3)$$

Примеры расчетов по матрице неточностей для 18-й недели обучения для непараметрической регрессии и кластеризации методом k -средних приведены в таблице 4. Расчеты выполнялись на основании данных по 2 130 студентам различных групп и курсов. Для всех прогнозируемых результатов обучения объем выборки составлял более 10 точек, и по всем дисциплинам выполнялось корректное ведение электронного журнала преподавателями.

На основании формул расчета точности Acc и ошибки прогноза класса 3 вместо класса 1 ($err_{3,1}$) было проведено сравнение прогнозных моделей на обобщенных исходных данных. Результаты приведены на рисунках 1 и 2 соответственно.

Линейная регрессия и кластеризация k -средних показали очень низкую точность прогноза (см. рис. 1) и далее не рассматривались. Нейронные сети, логистическая регрессия и байесовский классификатор не смогли обучиться на исходных выборках реальных данных. Эти модели почти всегда предсказывали самый высокий класс 3, что часто приводило к ложным прогнозам успешной сдачи сессии (см. рис. 2).

Таблица 4 / Table 4

Примеры расчетов матрицы неточностей для прогнозных моделей

Examples of Confusion Matrix calculations for predictive models

Непараметрическая регрессия								Кластеризация методом k -средних							
Факт	Прогноз			Численная оценка				Факт	Прогноз			Численная оценка			
Класс, с	1	2	3	$Pr_c, \%$	$Rc_c, \%$	$Acc, \%$	$err_{3,1}, \%$	Класс, с	1	2	3	$Pr_c, \%$	$Rc_c, \%$	$Acc, \%$	$err_{3,1}, \%$
1	74	174	60	57	24	69	3	1	148	85	75	21	48	53	3,8
2	38	393	226	41	60			2	208	213	236	30	32		
3	17	398	1557	84	79			3	359	404	1209	80	61		

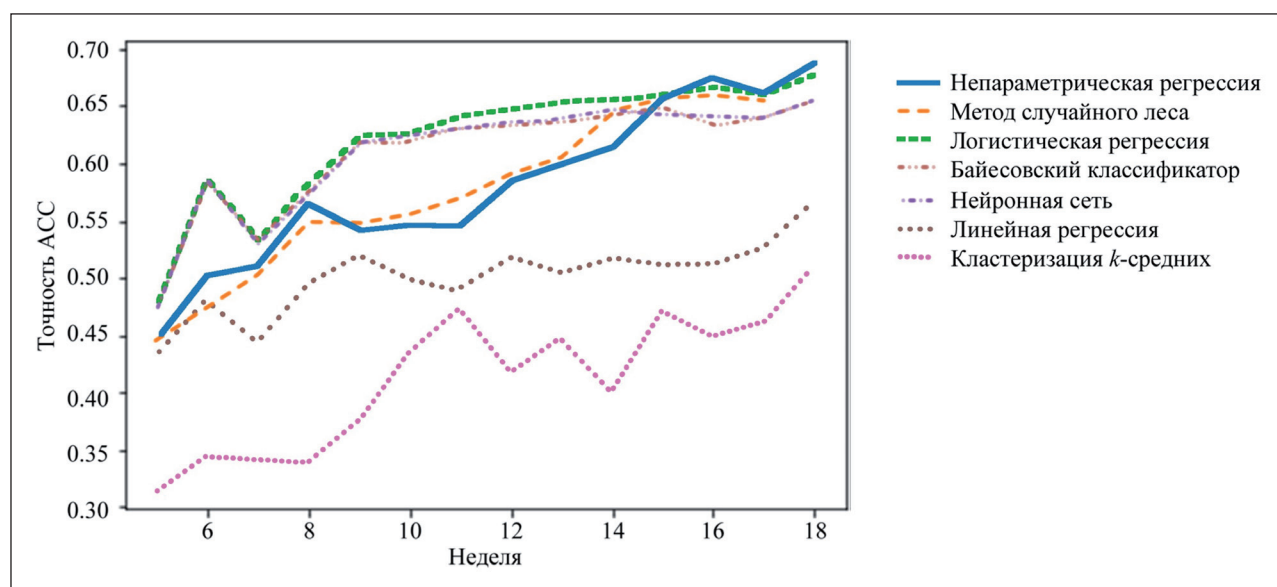


Рис. 1. Точность прогноза при использовании различных алгоритмов

Fig. 1. Prediction accuracy by using various algorithms

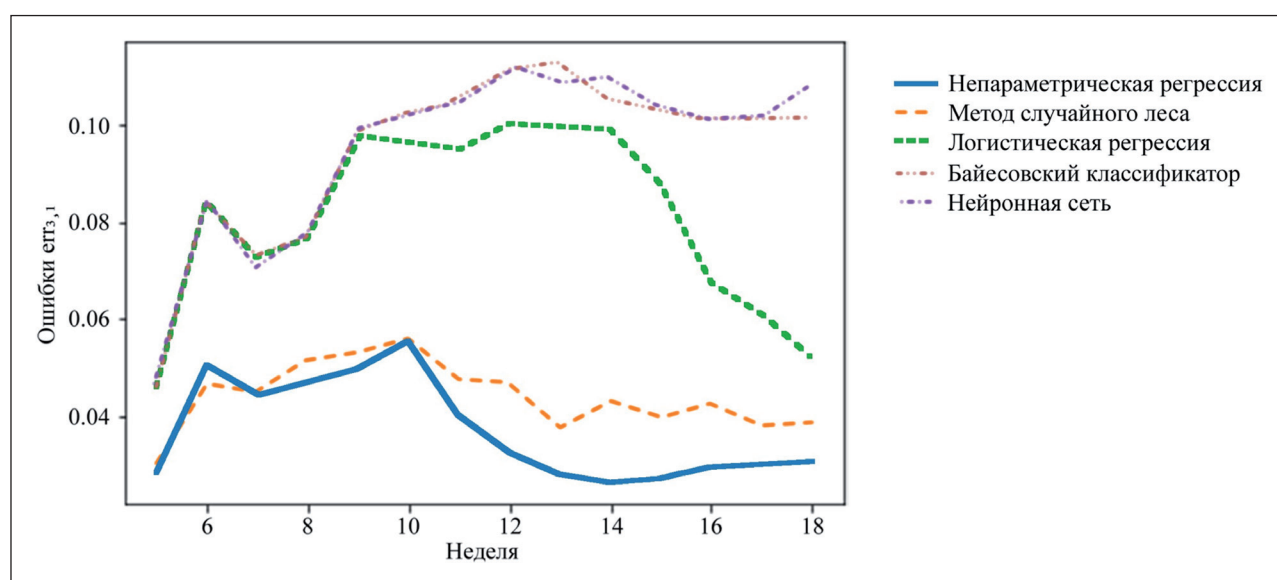


Рис. 2. Ошибочные предсказания класса 3 для класса 1

Fig. 2. Class 3 mispredictions for Class 1

Классификация методом случайного леса и непараметрическая оценка функции регрессии показали наилучший результат. При этом с 11-й недели непараметрическая регрессия реже дает ошибочные предсказания класса 3.

5.3. Прогнозная модель на базе непараметрической оценки функции регрессии

В результате была выбрана модель, основанная на применении непараметрической оценки функции регрессии Надарая—Ватсона [25], как показавшая наибольшую адекватность решаемой задаче. Рассмотрим эту модель более подробно.

Введем n -мерный вектор входных переменных процесса обучения

$$x^i = (x_1^i, x_2^i, \dots, x_j^i, \dots, x_n^i), i = \overline{1, s}, j = \overline{1, n},$$

где:

i — это номер студента;

j — номер недели;

s — объем обучающей выборки (количество студентов);

n — количество входных переменных (количество недель для текущего прогноза).

Выходом модели будем считать m -мерный вектор

$$y^i = (y_1^i, y_2^i, \dots, y_k^i, \dots, y_m^i),$$

где:

$k = \overline{1, m}$ — номер выходных переменных процесса, обозначающий номер результата обучения по дисциплине i -го студента в конкретной сессии конкретной учебной группы или объединения учебных групп в поток в рамках конкретного электронного обучающего курса.

Тогда общая непараметрическая оценка функции регрессии Надарая—Ватсона для многомерной системы примет следующий вид:

$$y_k^{i'}(x) = \frac{\sum_{i=1}^s y_k^i \prod_{j=1}^n \Phi\left(\frac{x_j - x_j^i}{c_s}\right)}{\sum_{i=1}^s \prod_{j=1}^n \Phi\left(\frac{x_j - x_j^i}{c_s}\right)}, \quad (4)$$

где:

k — номер результата обучения по дисциплине в определенную сессию определенной учебной группы;

i' — номер студента, для которого рассчитывается прогнозное значение результата обучения;

x_j^i, y_k^i — значения переменных из обучающей выборки наблюдений;

x_j — текущая оценка студента на j -й неделе, для которого рассчитывается прогноз y ;

c_s — параметр размытости ядра.

Колоколообразные функции $\Phi()$ и параметр размытости c_s удовлетворяют следующим условиям сходимости:

$$\Phi() < \infty; \quad (5)$$

$$\int_{\Omega(x)} \Phi(c_s^{-1}(x_j - x_j^i)) dx = 1; \quad (6)$$

$$\lim_{s \rightarrow \infty} c_s^{-1} \Phi(c_s^{-1}(x_j - x_j^i)) = \delta(x_j - x_j^i); \quad (7)$$

$$\lim_{s \rightarrow \infty} c_s = 0; \quad (8)$$

$$\lim_{s \rightarrow \infty} s c_s^n = \infty. \quad (9)$$

В качестве колоколообразной функции было использовано треугольное ядро, которое можно записать следующим образом:

$$\Phi\left(\frac{x_j - x_j^i}{c_s}\right) = \begin{cases} 1 - \frac{|x_j - x_j^i|}{c_s}, & \text{если } \frac{|x_j - x_j^i|}{c_s} < 1; \\ 0, & \text{если } \frac{|x_j - x_j^i|}{c_s} \geq 1. \end{cases} \quad (10)$$

Отметим, что выбор вида колоколообразной функции несущественно влияет на точность построения модели. Здесь большую роль играют значения коэффициента размытости c_s .

Ошибку прогноза для предложенной модели будем определять по формуле относительной средней абсолютной ошибки [26]:

$$\delta_k = \frac{\sum_{i=1}^s |y_k^i - \hat{y}_k^i|}{\sum_{i=1}^s |y_k^i - \bar{y}_k|}, k = \overline{1, m}, \quad (11)$$

где:

y_k^i — значения выходных переменных из исходной выборки наблюдений;

$\hat{y}_k^i$ — прогнозируемые значения выходных переменных, которые были найдены по формуле (4);

$\bar{y}_k$ — средние значения выходов объекта из исходной выборки наблюдений.

5.4. Пример применения прогнозной модели

В качестве примера рассмотрим данные об обучении по одной из дисциплин — «Математический анализ». Начиная с 1-й недели обучения будем выполнять прогнозирование выходной переменной, а именно определять класс для студентов, в который они могут попасть со своими результатами обучения. Исходная выборка наблюдений для рассматриваемой дисциплины состояла из 102 наблюдений (студентов). Фрагмент выборки представлен в таблице 2. Производилось нормирование и центрирование исходных данных согласно следующей формуле:

$$\tilde{x}_j^i = \frac{x_j^i - \bar{x}_j}{\sigma x_j}, \quad (12)$$

где σx_j — среднееквадратичное (стандартное) отклонение (СКО) по признаку, которое равно:

$$\tilde{x}_j^i = \frac{x_j^i - \bar{x}_j}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^s (x_j^i - \bar{x}_j)^2}{s - 1}}}, \quad (13)$$

где:

$i = \overline{1, s}, j = \overline{1, n}, x_j^i$ — текущие значения входных переменных;

$\bar{x}_j$ — среднее значение по каждой входной переменной.

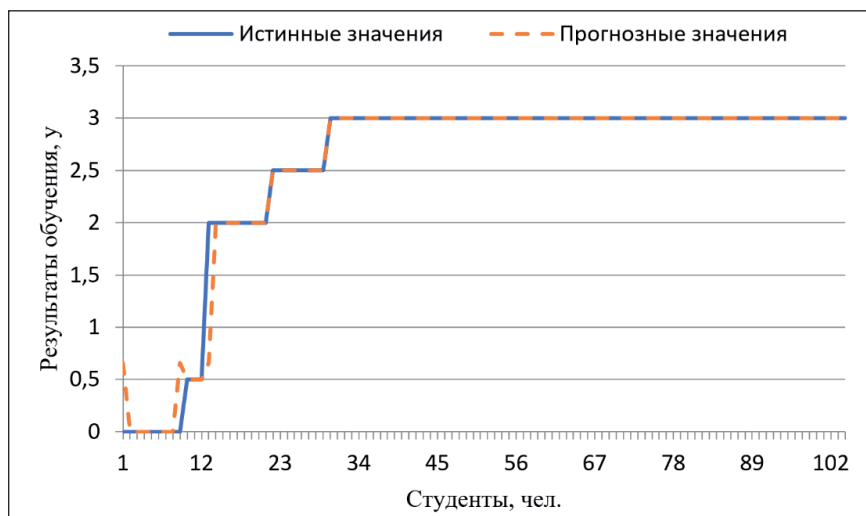


Рис. 3. Сравнение истинных и спрогнозированных значений выходной переменной на 18-й неделе обучения по дисциплине «Математический анализ»

Fig. 3. Comparison of true and predicted values of the output variable at the 18th week of study in the discipline "Mathematical Analysis"

Непараметрическая оценка функции регрессии Надарая—Ватсона для 18-й недели обучения примет следующий вид:

$$\hat{y}^i(x) = \frac{\sum_{i=1}^{102} y^i \prod_{j=1}^{18} \Phi\left(\frac{x_j - x_j^i}{0,2}\right)}{\sum_{i=1}^{102} \prod_{j=1}^{18} \Phi\left(\frac{x_j - x_j^i}{0,2}\right)}, \quad (14)$$

где на выходе рассматривается только одна переменная $\hat{y}^i$, которая будет показывать прогноз результата обучения по дисциплине «Математический анализ» на 18-й неделе обучения, а на входе — значения оценок студентов с 1-й по 18-ю недели обучения.

На рисунке 3 показан график, на котором представлены истинные значения выходных переменных (y) и спрогнозированные значения ($\hat{y}$) для 18-й недели обучения.

Здесь сплошная синяя линия показывает истинные значения результатов обучения студентов, а пунктирная оранжевая — спрогнозированные значения, рассчитанные по формуле (14). По оси абсцисс расположены порядковые номера студентов начиная с 1 по 102. По оси ординат — результаты обучения. Для представленного результата использовались значения всех восемнадцати недель обучения; параметр размытости s_s был принят равным 0,2 (параметр был определен из многочисленных экспериментов и при этом показывал наименьшую ошибку прогноза). Здесь представлен точный прогноз, значения модели практически совпадают с истинными значениями. При этом:

- ошибка моделирования (δ), рассчитываемая по формуле (11), равна 0,02;
- ошибка прогнозирования класса 3 вместо класса 1 ($err_{3,1}$), рассчитываемая по формуле (3), равна 0,0 %;
- общая точность прогноза (Acc), рассчитываемая по формуле (2), равна 98,0 %.

Далее приведем график, на котором показана зависимость ошибки прогноза от недели обучения (рис. 4).

На рисунке 4 на оси абсцисс отмечены 18 недель обучения начиная со значений 1-й недели; затем вместе 1-я и 2-я недели; далее 1, 2 и 3-я недели и т. д. По оси ординат отмечена соответствующая ошибка прогноза по формуле (11). Исходя из представленного рисунка, можно сделать вывод, что с ростом недель обучения ошибка прогнозирования уменьшается.

Важной задачей является *определение номера недели обучения*, начиная с которой мы можем делать достоверные прогнозы. Исходя из представленного на рисунке 6 графика, можно увидеть, что ошибка существенно уменьшилась на 13-й неделе обучения и стала равна 0,03. Но это не является своевременной информацией ввиду того, что давать наиболее точный прогноз начиная с 13-й недели обучения уже поздно: студент может не успеть скорректировать свой подход к обучению. На 8-й неделе ошибка равна 0,12, что существенно выше по сравнению с 13-й неделей обучения, но тем не менее значительно ниже предыдущих недель. Поэтому проведем дополнительные исследования, направленные на определение недели обучения с приемлемой точностью прогнозирования предложенной модели.

При ошибке моделирования (δ), равной 0,03, доля неправильно спрогнозированных значений ($1-Acc$) составляет 4,9 %, а при 0,12 — 10,78 %. Здесь необходимо определиться: какой процент неправильного прогноза приемлем, с точки зрения применения модели на практике, когда мы реально информируем студентов о прогнозируемых результатах обучения в течение семестра? Будем считать, что *общий барьер ошибочных прогнозов, равный 15 %, приемлем* и для автоматического определения недели обучения, начиная с которой можно делать прогноз. Восполь-

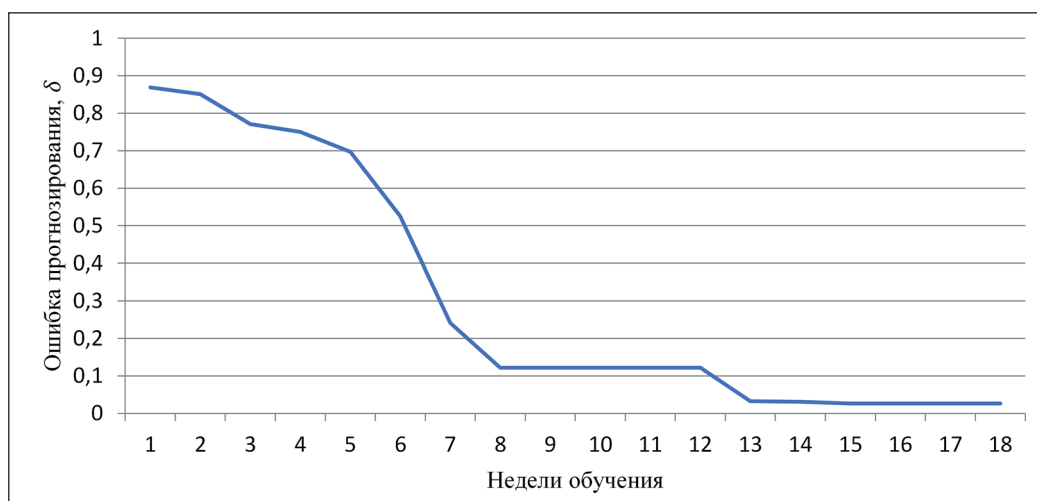


Рис. 4. Зависимость величины ошибки прогноза от числа недель обучения

Fig. 4. Dependence of the magnitude of the forecast error on the number of weeks of study

зуемся значениями градиентов между ошибками соседних недель. Таким образом, алгоритм определения недели будет отслеживать резкое изменение градиента и учитывать ограничение в 15 %.

Для рассматриваемого примера по дисциплине «Математический анализ» (см. табл. 2) прогноз возможен уже на 7-й неделе обучения, что видно на рисунке 5.

Здесь ошибка моделирования (δ), рассчитываемая по формуле (11), равна 0,24; ошибка прогнозирования класса 3 вместо класса 1 ($err_{3,1}$), рассчитываемая по формуле (3), равна 7,8 %; общая точность прогноза (Acc), рассчитываемая по формуле (2), равна 84,4 %.

Далее приведем результаты экспериментов, в которых в качестве исходной выборки наблюдений (обучающей выборки) использовались результаты обучения предыдущего учебного года, а прогнозируемые результаты рассчитывались для текущего учебного года. На рисунке 6 приведены реальные

значения текущего учебного года (представленные сплошной красной линией) и прогнозируемые значения текущего учебного года на 7-й неделе обучения (представленные пунктирной фиолетовой линией).

Ошибка моделирования на 7-й неделе обучения составляет $\delta = 0,64$, а процент неправильных прогнозных значений — 15 %, что является приемлемым результатом, с практической точки зрения. Здесь ошибка прогнозирования класса 3 вместо класса 1 ($err_{3,1}$) равна 5,9 %; точность (Acc) составляет 85,0 %. Для 13-й недели обучения ошибка моделирования (δ) равна 0,47; ошибка прогнозирования класса 3 вместо класса 1 ($err_{3,1}$) равна 4,4 %; общая точность прогноза (Acc) равна 89,6 %. Для 18-й недели обучения ошибка моделирования (δ) равна 0,42; ошибка прогнозирования класса 3 вместо класса 1 ($err_{3,1}$) равна 3,7 %; общая точность прогноза (Acc) равна 92,6 %. Описанные показатели моделирования проведенных экспериментов представлены в таблице 5.

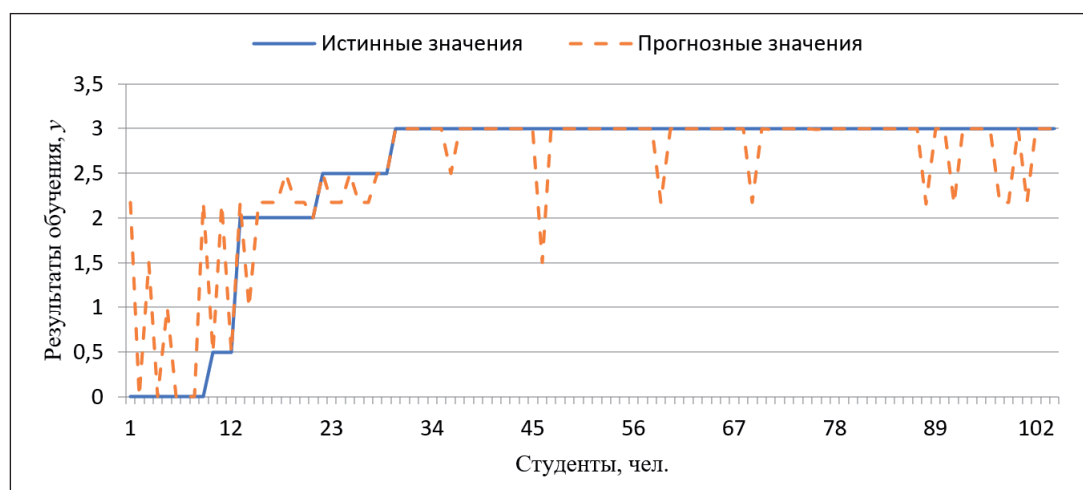


Рис. 5. Сравнение истинных и прогнозных значений выходной переменной на 7-й неделе обучения

Fig. 5. Comparison of true and predicted values of the output variable at the 7th week of studying



Рис. 6. Сравнение истинных и прогнозных значений выходной переменной на 7-й неделе обучения с использованием обучающей выборки предыдущего года обучения

Fig. 6. Comparison of true and predicted values of the output variable at the 7th week of study using the training sample of the previous year of study

Таблица 5 / Table 5

Индикаторы экспериментов по прогнозированию результатов обучения на разных неделях

Indicators of experiments on predicting learning outcomes in different weeks

Неделя обучения	Индикаторы		
	δ	Acc, %	$err_{3,1}$, %
7-я	0,64	85,0	5,9
13-я	0,47	89,6	4,4
18-я	0,42	92,6	3,7

Проведенные исследования позволили применить полученные результаты на практике и разработать **мобильное приложение «Студент СФУ»***, позволяющее прогнозировать результаты обучения и показывать прогноз в онлайн-режиме каждому студенту по каждой дисциплине (рис. 7).

Кроме того, данное приложение позволяет:

- информировать студентов о текущей ситуации по дисциплинам и их позициях в рейтингах в группе, на потоке;
- вести электронную зачетную книжку с информированием о предстоящих контрольных мероприятиях и незакрытых контрольных точках по дисциплинам;
- просматривать расписание занятий.

* Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022681221 Российская Федерация. Мобильное приложение «Студент СФУ»: № 2022666780: заявлено 13.09.2022; опубликовано 10.11.2022 / Якунин Ю. Ю., Шапошник С. С.; правообладатели: Якунин Ю. Ю., Шапошник С. С. Зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ. https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2022681221&TypeFile=html

6. Обсуждение результатов

Ретроспективная кластеризация студентов по неделям обучения на потенциально успешно аттестованных, средних и имеющих проблемы с аттестацией по дисциплине позволила, во-первых, предварительно оценить возможности кластеризации оперативных данных (баллов в электронных курсах); во-вторых, апробировать поиск недели, с которой можно доверять прогнозу относительно аттестации студентов по дисциплине.

Кластеризация дала понять, что наблюдается прямая умеренная связь прогнозируемого результата обучения студента с текущими оценками в электронных образовательных курсах. Седьмая неделя является ключевой: начиная с нее обнаруживается рост связи кластеров и текущих оценок с результатом обучения. Чем ближе к последней неделе, тем точнее прогноз. Для дисциплин с формой контроля «зачет» связь прогноза результата обучения с фактом слабее и нестабильна. Вероятно, в аттестации по зачетной дисциплине действуют не учтенные в электронном курсе факторы.

Попарное сравнение кластеров по неделям позволило оценить динамику смещения студентов из кластера в кластер. Для экзаменационной дисциплины с 7-й недели студенты относительно стабильны в занятом кластере, но кластер последней недели эту стабильность прерывает. Возможно, начисление баллов в конце курса носит нетипичный для курса характер. Для зачетной дисциплины стабильность кластеров наступает на неделю позже экзаменационной дисциплины, и миграция по кластерам свойственна пяти последним неделям курса.

Сделаем вывод, что прогнозировать результат обучения студентов можно, но нужно учитывать форму контроля: для экзамена качество прогноза лучше, чем для зачета. Седьмая неделя курса — временной ориентир для начала анализа баллов в курсе

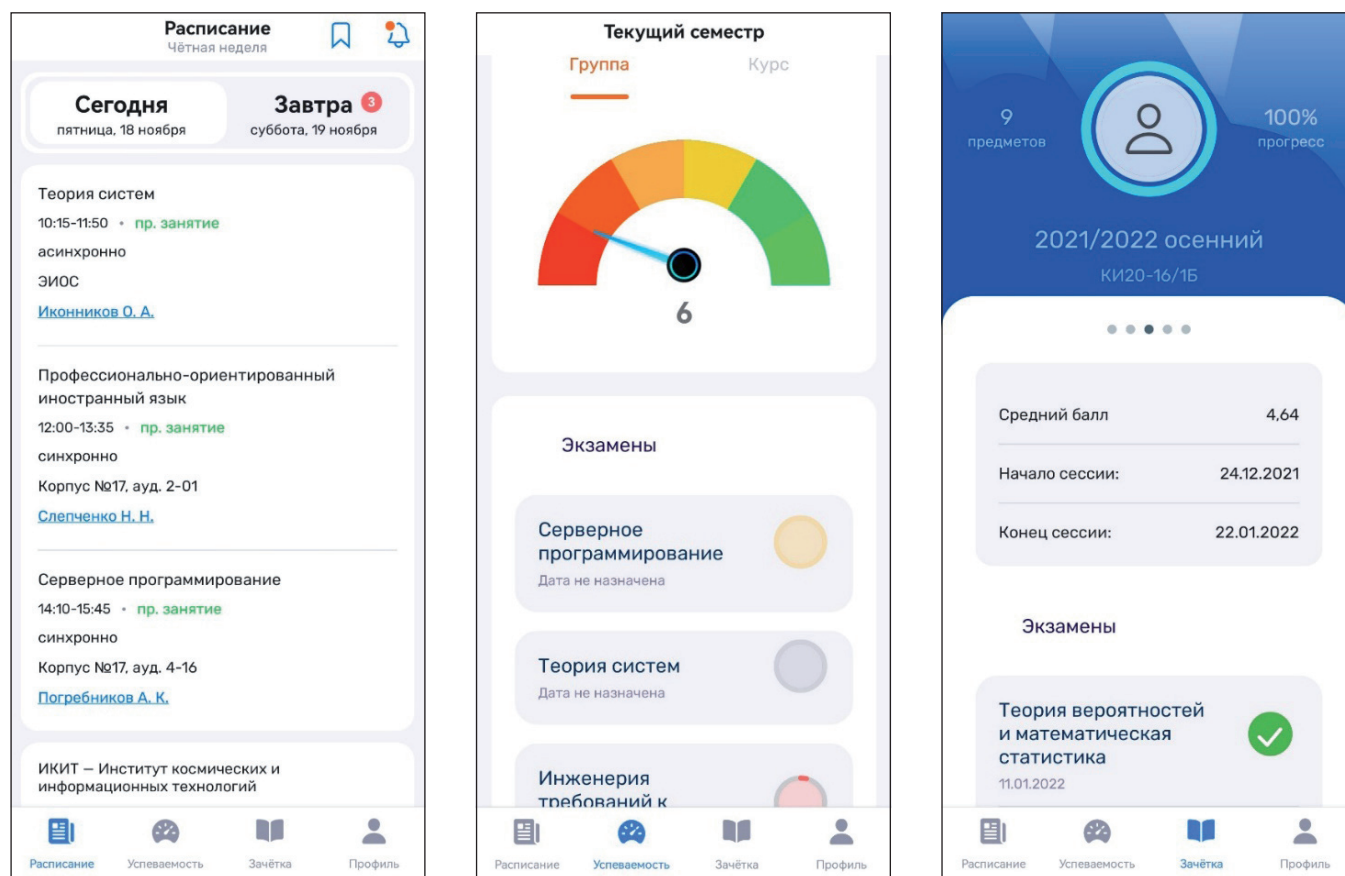


Рис. 7. Экранные формы мобильного приложения «Студент СФУ»

Fig. 7. Screen forms of the “Student of SibFU” mobile application

и прогноза. В зачетной дисциплине последние недели курсов менее прогнозируемы.

Для прогнозирования результата обучения была использована непараметрическая статистика, которая относится к классу локальных аппроксимаций. Отметим, что теорию непараметрических систем целесообразно использовать, когда априорная информация об исследуемом процессе мала, т. е. отсутствуют дополнительные данные, которые могли бы послужить основой для математической постановки задачи. В рассматриваемой задаче исследователь располагает только исходными оценками по дисциплине на каждой неделе обучения, что приводит к необходимости использовать данные методы.

Кроме того, очень многое зависит от исходной выборки наблюдений. При этом проводились эксперименты с малыми группами студентов (14–25 человек), которые показали приемлемые результаты. Но в случае, если до 7-й недели обучения оценивание студентов не производилось или были использованы оценки, близкие к нулю, то прогноз по таким дисциплинам не удавалось получить.

Следует обратить внимание на то, что результаты, полученные в данном исследовании, согласуются с работой [3], в которой авторы также используют для построения моделей прогнозирования средние баллы, баллы текущей и промежуточных аттестаций

и итоговые оценки, или работой [5], где происходит построение моделей на основе оценки входных знаний по дисциплине, оценки знаний по первой теме дисциплины, числа пропусков на момент прогноза. Однако применение непараметрической оценки функции регрессии Надарая—Ватсона для прогнозирования результатов обучения студентов в литературе не встречается.

Таким образом, **предложенный метод можно охарактеризовать как новый подход к прогнозированию результатов обучения с применением показателей учебного процесса по неделям.** Этот метод позволяет построить точный прогноз, который поможет студенту вовремя обратить внимание на дисциплины с низкой успеваемостью и предпринять меры по ее улучшению.

7. Заключение

В результате проведенного исследования была построена прогнозная модель результатов обучения студентов, которая помогает информировать обучающихся о прогнозируемых результатах обучения по каждой дисциплине на основании данных о текущей успеваемости из электронных образовательных курсов. Как показали результаты исследования, по большей части дисциплин прогноз можно произво-

дять начиная с 7-й недели обучения, что является хорошим результатом и позволяет сигнализировать студентам о возможных проблемах на ранней стадии, когда есть возможность исправить положение и пройти промежуточную аттестацию успешно.

Следует отметить, что по мере увеличения номера недели обучения возрастает точность прогнозной модели, но даже на ранних стадиях она составляет более 85 %. Кроме того, для критической ошибки ($err_{3,1}$), показывающей ошибочно класс 3 (успешный) вместо класса 1 (неуспешный), точность модели на ранних стадиях в среднем выше 94 %.

Полученные результаты позволили создать удобное мобильное приложение для студентов на базе данных, доступных из онлайн-курсов. Приложение позволяет студентам самостоятельно контролировать вероятные результаты обучения на каждой неделе и вовремя корректировать внимание и усилия по изучению дисциплин и другим внеучебным мероприятиям.

В развитие созданной модели и мобильного приложения предполагается реализовать:

- автоматический анализ пригодности данных для прогноза;
- учет дополнительных параметров для повышения точности модели, таких как:
 - оценки за курсовые проекты/работы;
 - посещаемость занятий;
 - активность в ЭОК;
- динамическое определение недели обучения, в которой можно делать прогноз с заданной точностью;
- интеллектуальный подбор и подготовку исторических данных для формирования обучающей выборки прогнозной модели для повышения ее точности.

Список источников / References

1. Alsariera Y.A., Baashar Y., Alkaws G., Mustafa A., Alkahtani A.A., Ali N.A. Assessment and evaluation of different machine learning algorithms for predicting student performance. *Computational Intelligence and Neuroscience*. 2022;1:4151487. DOI: 10.1155/2022/4151487
2. Brahim G.B. Predicting student performance from online engagement activities using novel statistical features. *Arabian Journal for Science and Engineering*. 2022;47(8):10225–10243. DOI: 10.1007/s13369-021-06548-w
3. Токтарова В. И., Пашкова Ю. А. Предиктивная аналитика в цифровом образовании: анализ и оценка успешности обучения студентов. *Сибирский педагогический журнал*. 2022;(1):97–106. EDN: NSPMDR. DOI: 10.15293/1813-4718.2201.09
4. Toktarova V.I., Pashkova Y.A. Predictive analytics in digital education: Analysis and evaluation of students' learning success. *Siberian Pedagogical Journal*. 2022;(1):97–106. (In Russian.) EDN: NSPMDR. DOI: 10.15293/1813-4718.2201.09
5. Almasri A., Celebi E., Alkhawaldeh R.S. EMT: Ensemble meta-based tree model for predicting student performance. *Scientific Programming*. 2019;1–13. DOI: 10.1155/2019/3610248
6. Шевченко В. А. Прогнозирование успеваемости студентов на основе методов кластерного анализа. *Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета*. 2015;(68):15–18. EDN: UNSPAX
7. [Shevchenko V.A. Prognostication of students progress on the basis of cluster analysis methods. *Bulletin of Kharkov National Automobile and Highway University*. 2015;(68):15–18. (In Russian.) EDN: UNSPAX]
8. Aggarwal D., Mittal S., Bali V. Significance of non-academic parameters for predicting student performance using ensemble learning techniques. *International Journal of System Dynamics Applications*. 2021;10(3):38–49. DOI: 10.4018/IJSDA.2021070103
9. Zohair L.M.A. Prediction of student's performance by modelling small dataset size. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2019;(16):1–18. DOI: 10.1186/s41239-019-0160-3
10. Куприянов Р. Б., Звонарев Д. Ю. Повышение качества модели прогнозирования образовательных результатов студентов университетов. *Информатика и образование*. 2021;36(9(328)):40–46. EDN: WAAWTP. DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-9-40-46
11. Kupriyanov R.B., Zvonarev D.Yu. Improving the quality of the university students' academic performance prediction model. *Informatics and Education*. 2021;36(9(328)):40–46. (In Russian.) EDN: WAAWTP. DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-9-40-46]
12. Куприянов Р. Б., Звонарев Д. Ю. Разработка модели прогнозирования образовательных результатов обучающихся для университетов. *Искусственный интеллект и принимаемые решения*. 2021;(2):11–20. EDN: EENEFV. DOI: 10.14357/20718594210202
13. Kupriyanov R.B., Zvonarev D.Yu. Development of the students' educational success prediction model for universities. *Artificial Intelligence and Decision Making*. 2021;(2):11–20. (In Russian.) EDN: EENEFV. DOI: 10.14357/20718594210202]
14. Deeva G., De Smedt J., Saint-Pierre C., Weber R., De Weerd J. Predicting student performance using sequence classification with time-based windows. *Expert Systems with Applications*. 2022;(209):118182. DOI: 10.1016/j.eswa.2022.118182
15. Русаков С. В., Русакова О. Л., Посохина К. А. Нейросетевая модель прогнозирования группы риска по успеваемости студентов первого курса. *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. 2018;14(4):815–822. EDN: JWGGFH. DOI: 10.25559/SITITO.14.201804.815-822
16. Rusakov S.V., Rusakova O.L., Posokhina K.A. Neural network model of predicting the risk group for the accession of students of the first course. *Modern Information Technologies and IT-Education*. 2018;14(4):815–822. (In Russian.) EDN: JWGGFH. DOI: 10.25559/SITITO.14.201804.815-822]
17. Ali R.H. Educational data mining for predicting academic student performance using active classification. *Iraqi Journal of Science*. 2022;63(9):3954–3965. DOI: 10.24996/ij.s.2022.63.9.27
18. Li S., Liu T. Performance prediction for higher education students using deep learning. *Complexity*. 2021;1–10. DOI: 10.1155/2021/9958203
19. Poudyal S., Mohammadi-Aragh M.J., Ball J.E. Prediction of student academic performance using a hybrid 2D CNN model. *Electronics*. 2022;11(7):1–21. DOI: 10.3390/electronics11071005
20. Sood S., Saini M. Hybridization of cluster-based LDA and ANN for student performance prediction and comments evaluation. *Education and Information Technologies*. 2021;26(3):2863–2878. DOI: 10.1007/s10639-020-10381-3
21. Tsiakmaki M., Kostopoulos G., Kotsiantis S., Ragos O. Transfer learning from deep neural networks for predicting student performance. *Applied Sciences*. 2020;10(6):2145. DOI: 10.3390/app10062145
22. Liu Y., Fan S., Xu S., Sajjanhar A., Yeom S., Wei Y. Predicting student performance using clickstream data and machine learning. *Education Sciences*. 2023;13(1):1–17. DOI: 10.3390/educsci13010017

18. Conijn R., Van den Beemt A., Cuijpers P. Predicting student performance in a blended MOOC. *Journal of Computer Assisted Learning*. 2018;34(5):615–628. DOI: 10.1111/jcal.12270

19. Шухман А.Е., Парфенов Д.И., Легашев Л.В., Гришина Л.С. Анализ и прогнозирование успеваемости обучающихся при использовании цифровой образовательной среды. *Высшее образование в России*. 2021;30(8-9):125–133. EDN: QKRTNV. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-8-9-125-133

[Shukhman A. E., Parfenov D. I., Legashev L. V., Grishina L. S. Analysis and forecasting students' academic performance using a digital educational environment. *Higher Education in Russia*. 2021;30(8-9):125–133. (In Russian.) EDN: QKRTNV. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-8-9-125-133]

20. Qiu F., Zhang G., Sheng X., Jiang L., Zhu L., Xiang Q., Jiang B., Chen P. Predicting students' performance in e-learning using learning process and behaviour data. *Scientific Reports*. 2022;12(1):1–15. DOI: 10.1038/s41598-021-03867-8

21. Котова Е.Е. Прогнозирование успешности обучения в интегрированной образовательной среде с применением инструментов онлайн-аналитики. *Компьютерные инструменты в образовании*. 2019;(4):55–80. EDN: GSJKDN. DOI: 10.32603/2071-2340-2019-4-55-80

[Kotova E. E. Prediction of learning success in an integrated educational environment using online analytics tools. *Computer Tools in Education Journal*. 2019;(4):55–80. (In Russian.) EDN: GSJKDN. DOI: 10.32603/2071-2340-2019-4-55-80]

22. Al-Kindi I., Al-Khanjari Z. Tracking student performance tool for predicting students EBPP in online courses. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*. 2021;16(23):140–157. DOI: 10.3991/ijet.v16i23.25503

23. Погребников А.К., Шестаков В.Н., Якунин Ю.Ю. Влияние использования элементов персональной образовательной среды на успеваемость студентов и их мотивацию к обучению. *Информатика и образование*. 2020;(1(310)):42–50. EDN: LTZJIQ. DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-1-42-50

[Pogrebnikov A. K., Shestakov V. N., Yakunin Yu. Yu. The influence of using parts of personal learning environment on student performance and learning motivation. *Informatics and Education*. 2020;(1(310)):42–50. (In Russian.) EDN: LTZJIQ. DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-1-42-50]

24. Lewis H. G., Brown M. A generalized confusion matrix for assessing area estimates from remotely sensed data. *International Journal of Remote Sensing*. 2001;22(16):3223–3235. DOI: 10.1080/01431160152558332

25. Надарая Э.А. Непараметрическое оценивание плотности вероятностей и кривой регрессии. Тбилиси: Изд-во ТГУ; 1983. 194 с.

[Nadaraya E. A. Nonparametric estimation of probability density and regression curve. Tbilisi, Tbilisi University; 1983. 194 p. (In Russian.)]

26. Hyndman R. J., Koehler A. B. Another look at measures of forecast accuracy. *International Journal of Forecasting*. 2006;22(4):679–688. DOI: 10.1016/j.ijforecast.2006.03.001

Информация об авторах

Якунин Юрий Юрьевич, канд. тех. наук, доцент, зав. базовой кафедрой интеллектуальных систем управления, Институт космических и информационных технологий, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-2330-2963>; *e-mail*: yakuninyu@mail.ru

Шестаков Вячеслав Николаевич, канд. филос. наук, доцент кафедры современных образовательных технологий, Институт педагогики, психологии и социологии, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-7737-2900>; *e-mail*: vshestakov@sfu-kras.ru

Ликсонова Дарья Игоревна, канд. тех. наук, доцент базовой кафедры интеллектуальных систем управления, Институт космических и информационных технологий, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-9663-6481>; *e-mail*: liksonovadi@yandex.ru

Даничев Алексей Александрович, канд. тех. наук, доцент базовой кафедры интеллектуальных систем управления, Институт космических и информационных технологий, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-9830-5205>; *e-mail*: adanichev@sfu-kras.ru

Information about the authors

Yuriy Yu. Yakunin, Candidate of Sciences (Engineering), Docent, Head of the Basic Department of Intellectual Control Systems, School of Space and Information Technology, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-2330-2963>; *e-mail*: yakuninyu@mail.ru

Viacheslav N. Shestakov, Candidate of Sciences (Philosophy), Associate Professor at the Department of Modern Educational Technologies, School of Education Science, Psychology and Sociology, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-7737-2900>; *e-mail*: vshestakov@sfu-kras.ru

Darya I. Liksonova, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor at the Basic Department of Intellectual Control Systems, School of Space and Information Technology, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-9663-6481>; *e-mail*: liksonovadi@yandex.ru

Aleksey A. Danichev, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor at the Basic Department of Intellectual Control Systems, School of Space and Information Technology, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-9830-5205>; *e-mail*: adanichev@sfu-kras.ru

Поступила в редакцию / Received: 02.03.23.

Поступила после рецензирования / Revised: 31.05.23.

Принята к печати / Accepted: 06.06.23.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-4-44-56

ОЦЕНКА ПРЕДМЕТНЫХ И МЕТОДИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ ВЫПУСКНИКОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА — БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ: ДЕФИЦИТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Р. М. Чудинский¹ ✉, В. В. Малев¹, А. А. Малева¹, В. М. Дубов¹, С. О. Башарина¹¹ Воронежский государственный педагогический университет, г. Воронеж, Россия

✉ chudinsky@mail.ru

Аннотация

Статья посвящена анализу результатов оценки предметных и методических компетенций выпускников педагогического вуза с целью определения профессиональных дефицитов будущих учителей информатики, их готовности к профессиональной педагогической деятельности, а также для обеспечения преемственности между подготовкой педагогических кадров и последующим сопровождением выпускников педагогического вуза в профессиональной деятельности при создании и реализации непрерывной системы педагогического образования.

В исследовании 2022 года приняло участие 35 студентов физико-математического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный педагогический университет»: 10 выпускников по направлению подготовки 44.03.01 «Педагогическое образование», профиль «Информатика и ИКТ», и 25 выпускников по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили «Математика», «Информатика».

В ходе исследования выпускники выполнили диагностическую работу, состоящую из 16 заданий: в первой части работы оценивались предметные компетенции, во второй части — методические компетенции будущих учителей информатики. Максимальное количество первичных баллов по диагностической работе составляло 38.

Анализ полученных результатов проводился с применением одновыборочного критерия Колмогорова—Смирнова, t -критерия Стьюдента для независимых выборок. Систематизация результатов и их визуализация осуществлялись в электронных таблицах Microsoft Excel; статистический анализ — в программном средстве SPSS Statistics 26.0.

Результаты исследования свидетельствуют о недостижении большинством выпускников педагогического вуза, будущих учителей информатики, базового уровня сформированности предметных и методических компетенций, наличии у выпускников физико-математического факультета дефицитов в предметной и методической подготовке. Выпускники 4-го курса профиля «Информатика и ИКТ» продемонстрировали более высокие результаты по сравнению с выпускниками 5-го курса по профилям «Математика», «Информатика».

Результаты исследования показывают необходимость изменений в содержании и организации образовательного процесса подготовки будущих учителей информатики в педагогическом вузе. Полученные результаты могут представлять интерес для преподавателей вузов, занимающихся подготовкой будущих учителей информатики, для институтов развития образования и центров непрерывного повышения педагогического мастерства, осуществляющих повышение квалификации и профессиональную переподготовку учителей информатики.

Ключевые слова: предметные и методические компетенции, исследование, уровень сформированности, будущие учителя информатики, выпускники педагогического вуза.

Для цитирования:

Чудинский Р. М., Малев В. В., Малева А. А., Дубов В. М., Башарина С. О. Оценка предметных и методических компетенций выпускников педагогического вуза — будущих учителей информатики: дефициты и перспективы. *Информатика и образование*. 2023;38(4):44–56. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-4-44-56

ASSESSMENT OF SUBJECT AND METHODOLOGICAL COMPETENCIES OF GRADUATES OF A PEDAGOGICAL UNIVERSITY — FUTURE TEACHERS OF INFORMATICS: DEFICITS AND PROSPECTS

R. M. Chudinsky¹ ✉, V. V. Malev¹, A. A. Maleva¹, V. M. Dubov¹, S. O. Basharina¹¹ Voronezh State Pedagogical University, Voronezh, Russia

✉ chudinsky@mail.ru

© Чудинский Р. М., Малев В. В., Малева А. А., Дубов В. М., Башарина С. О., 2023

Abstract

The article is devoted to the analysis of the assessment results of pedagogical university graduates' subject and methodological competencies to determine the professional deficits of future informatics teachers, their readiness for professional pedagogical activity, building continuity between the training of pedagogical personnel and the subsequent support of graduates of a pedagogical university in professional activities in the creation and implementation of a continuous system of pedagogical education.

35 students of the Faculty of Physics and Mathematics of the Voronezh State Pedagogical University took part in the study in 2022: 10 graduates in the field of training 44.03.01 "Pedagogical Education" (profile "Informatics and ICT") and 25 graduates in the field of training 44.03.05 "Pedagogical Education (with two training profiles)" (profiles "Mathematics", "Informatics"). The maximum number of primary points for diagnostic work is 38 points.

In the course of the study, the graduates performed a diagnostic work consisting of 16 tasks: the first part of the work evaluated subject competencies, and the second part assessed methodological competencies of future teachers of informatics.

The analysis of the obtained results was carried out using the single-sample Kolmogorov—Smirnov test, the Student's *t*-test for independent samples. The results were systematized and visualized in Microsoft Excel spreadsheets; statistical analysis was carried out in the SPSS Statistics 26.0 software.

The results of the study indicate that the majority of graduates of the pedagogical university, future teachers of informatics, do not reach the basic level of formation of subject and methodological competencies and that graduates have deficits in subject and methodological training. Graduates of the 4th year of "Pedagogical Education" (profile "Informatics and ICT") demonstrated higher results compared to graduates of the 5th year of "Pedagogical Education (with two training profiles)" (profile "Mathematics", "Informatics").

The results of the study show the need for changes in the content and organization of the educational process of training future informatics teachers at the pedagogical university. The obtained results may be of interest to university teachers who train future teachers of informatics, institutes of education development, and centers of continuous improvement of pedagogical skills, providing advanced training and professional retraining of teachers of informatics.

Keywords: subject and methodological competencies, research, level of formation, future teachers of informatics, graduates of a pedagogical university.

For citation:

Chudinsky R. M., Malev V. V., Maleva A. A., Dubov V. M., Basharina S. O. Assessment of subject and methodological competencies of graduates of a pedagogical university — future teachers of informatics: Deficits and prospects. *Informatics and Education*. 2023;38(4):44–56. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-4-44-56

1. Введение

Подготовка высококвалифицированных педагогических кадров является одной из актуальных проблем системы образования разных стран мира, включая и Российскую Федерацию. Ключевым аспектом такой подготовки является оценка выпускников — будущих учителей: их готовности к педагогической деятельности и способности ее осуществлять на высоком профессиональном уровне.

В процессе подготовки учителей на уровне бакалавриата и/или магистратуры в рамках промежуточной аттестации по учебным дисциплинам/модулям и государственной итоговой аттестации осуществляется оценка универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций [1–4].

В отечественной и зарубежной педагогике накоплен значительный опыт оценки профессиональных компетенций педагогических работников, используемый аналитиками многих стран мира. Результаты этой оценки отражены в ряде как зарубежных [5–9], так и отечественных исследований [10–14]. Проведенный А. А. Марголисом [8] анализ лучших зарубежных практик оценки квалификации учителя и ключевых международных исследований эффективности инструментальной оценки деятельности педагогов показал, что в большинстве случаев профессиональная деятельность педагогов классифицируется по четырем основаниям:

- целям и задачам;
- нормативным основаниям;
- используемому инструментарию;
- предмету оценивания.

В свою очередь, О. В. Темнякина, Д. В. Токме-нинова по результатам анализа моделей оценки эффективности деятельности учителей в зарубежных

странах делают вывод «об основных принципах разработки национальных систем оценки эффективности педагогической деятельности:

- многовекторность критериев;
- ограждение педагогов от формализма и администрирования;
- нацеленность на профессиональное и личностное развитие педагога» [9].

Отечественные подходы к оценке профессиональной деятельности учителей в настоящее время строятся на оценивании профессиональной компетентности педагогических работников. При этом в определении структуры и классификации профессиональной компетентности учителя наблюдаются определенные разночтения [11, 15–17]. Так, Е. Н. Геворкян, А. Н. Иоффе, М. М. Шалашова [11] разделяют «профессиональную компетенцию учителя на три основные части:

- предметная грамотность;
- методическая компетентность;
- психолого-педагогическая подготовка».

В свою очередь, С. А. Писарева, М. Ю. Пучков, С. В. Ривкина, А. Н. Тряпицына [15] в структуре профессиональной компетентности учителя выделяют следующие компетенции:

- предметная;
- методическая;
- общепрофессиональная (психолого-педагогическая).

Большинство исследований структуры профессиональной компетентности педагогических работников включают в себя такие компетенции:

- предметные;
- методические;
- психолого-педагогические;
- коммуникативные.

Названные компетенции так или иначе **соответствуют составляющим национальной системы учительского роста педагогических работников и модели оценки квалификации учителей посредством единых федеральных оценочных материалов***.

Необходимо отметить, что определение структуры выделенных компетенций и их соответствующая оценка основаны на требованиях ФГОС основного общего образования** и профессионального стандарта «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)»***.

На федеральном уровне оценка профессиональных компетенций учителей осуществляется при формировании и обеспечении функционирования единой федеральной системы научно-методического сопровождения педагогических работников и управленческих кадров****. В рамках этой оценки проводится диагностика профессиональных дефицитов педагогических работников и управленческих кадров образовательных организаций с возможностью получения индивидуального плана*****. Такая диагностика осуществляется на основе сформировавшихся теоретических и организационных подходов, в том числе в рамках оценки механизмов управления

качеством образования в субъектах Российской Федерации по направлению «Система обеспечения профессионального развития педагогических работников» [10, 14, 18–20].

Оценка профессиональной компетентности и входящих в ее состав компетенций выполняется и у студентов педагогических вузов, в том числе у будущих учителей информатики: оценивается методическая компетентность студентов педагогических вузов с использованием кейс-конспекта [21], анализируются специальные способности будущих учителей информатики в процессе подготовки для работы с одаренными детьми [22], диагностируется исследовательская компетенция у студентов [23], проводятся исследования предметных и методических компетенций выпускников педагогического вуза [20, 24].

Данные подходы применительно к подготовке будущих учителей представлены в «Концепции подготовки педагогических кадров для системы образования на период до 2030 года»*****. В указанном документе в рамках решения задачи совершенствования системы оценки качества подготовки педагогических кадров предусматриваются:

- «создание системы оценки сформированности профессиональных компетенций выпускников в рамках государственной итоговой аттестации, регулируемой федеральными государственными образовательными стандартами среднего профессионального и высшего образования, включая государственный экзамен и защиту выпускной квалификационной работы, предполагающей комплексную оценку результатов освоения образовательной программы, путем внедрения профессионального (демонстрационного) экзамена как одной из обязательных форм проведения государственной итоговой аттестации;
- внедрение механизмов оценки готовности к профессиональной деятельности, в том числе на этапе обучения, предусматривающей определение уровня соответствия студента и выпускника требованиям профессионального стандарта и федеральных государственных образовательных стандартов общего образования, разработку механизмов учета результатов государственной итоговой аттестации при аттестации педагогических кадров и формировании индивидуального портфолио педагога, в том числе с использованием инструментов существующих информационных систем».

Вместе с тем остается открытым вопрос о структуре и содержании такого профессионального (демонстрационного) экзамена выпускников в рамках

* Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2019 года № 3273-р «Об утверждении основных принципов национальной системы профессионального роста педагогических работников Российской Федерации, включая национальную систему учительского роста» (с изм. на 20 августа 2021 года). <https://docs.cntd.ru/document/564112504>; Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 26 июля 2017 года № 703 «Об утверждении Плана мероприятий (“дорожной карты”) Министерства образования и науки Российской Федерации по формированию и введению национальной системы учительского роста». <https://docs.cntd.ru/document/456087004>

** Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 31 мая 2021 года № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» (с изм. на 8 ноября 2022 года). <https://docs.cntd.ru/document/607175848>

*** Приказ Минтруда России от 18 октября 2013 года № 544н об утверждении профессионального стандарта «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» (с изм. на 5 августа 2016 года). <https://docs.cntd.ru/document/499053710>

**** Распоряжение Министерства просвещения Российской Федерации от 15 декабря 2022 года № Р-303 «О внесении изменений в Концепцию создания единой федеральной системы научно-методического сопровождения педагогических работников и управленческих кадров, утвержденную распоряжением Министерства просвещения Российской Федерации от 16 декабря 2020 года № Р-174». <https://docs.edu.gov.ru/document/3fc484bc2dcf592bee7e324ca2bfda90/>

***** Распоряжение Министерства просвещения Российской Федерации от 27 августа 2021 года № Р-201 «Об утверждении методических рекомендаций по порядку и формам диагностики профессиональных дефицитов педагогических работников и управленческих кадров образовательных организаций с возможностью получения индивидуального плана». <https://docs.cntd.ru/document/608717062>

***** Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24 июня 2022 года № 1688-р «Об утверждении Концепции подготовки педагогических кадров для системы образования на период до 2030 года». <http://static.government.ru/media/files/5hVUIZXA2JMcPrHoJqfohMeoToZAwA5.pdf>

государственной итоговой аттестации: будет он аналогичен диагностике профессиональных дефицитов в рамках единой федеральной системы научно-методического сопровождения педагогических работников и управленческих кадров или же демонстрационному экзамену по стандартам WorldSkills Russia на уровне среднего профессионального образования по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 44.00.00 «Образование и педагогические науки»? Во втором случае неясен механизм согласования оценочных процедур высшего педагогического образования и дополнительного профессионального педагогического образования.

*С целью определения профессиональных проблем и дефицитов будущих учителей информатики, готовности к профессиональной педагогической деятельности, а также обеспечения преемственности между подготовкой педагогических кадров и последующим сопровождением выпускников педагогического вуза в профессиональной деятельности при создании и реализации непрерывной системы педагогического образования **проведено исследование их предметных и методических компетенций.***

2. Методы

Исследование предметных и методических компетенций выпускников педагогического вуза, будущих учителей информатики, проходило на материале выполненной ими диагностической работы, которая включала в себя две части: первая часть позволила оценить предметные компетенции, а вторая — методические компетенции выпускников. Каждый вариант диагностической работы состоял из 16 заданий:

- задания 1–12, представленные в тестовой форме, служили для оценки предметных компетенций согласно учебному предмету «Информатика» (в VII—IX и X—XI классах), объединенных в тематические блоки, и включали в себя задания в соответствии с государственной итоговой аттестацией по учебному предмету «Информатика» (два задания в соответствии с Основным государственным экзаменом и шесть заданий в соответствии с Единым государственным экзаменом);
- задания 13–16, представленные в форме методических задач, служили для оценки методических компетенций и содержали четыре политомических задания с развернутым ответом, что позволяло оценить следующие *трудовые функции* в соответствии с профессиональным стандартом «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)», федеральным образовательным стандартом основного общего образования и основными образовательными программами:

1. *Общепедагогическая функция. Обучение:*

- осуществление профессиональной деятельности в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования;
- планирование и проведение учебных занятий;
- систематический анализ эффективности учебных занятий и подходов к обучению;
- организация, осуществление контроля и оценки учебных достижений, текущих и итоговых результатов освоения основной образовательной программы обучающимися.

2. *Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования:*

- определение на основе анализа учебной деятельности обучающегося оптимальных (в том или ином предметном образовательном контексте) способов его обучения и развития»^{*}.

Максимальное количество первичных баллов по диагностической работе — 38: 18 баллов за первую часть, 20 баллов — за вторую. Распределение первичных баллов по уровню сформированности предметных и методических компетенций представлено в таблице 1.

Таблица 1 / Table 1

Уровни сформированности предметных и методических компетенций

Levels of formation of subject and methodological competencies

Уровень	Низкий	Базовый	Повышенный	Высокий
Первичные баллы	0–18	19–25	26–32	33–38

В исследовании приняли участие все выпускники физико-математического факультета (ФМФ) ФГБОУ ВО «Воронежский государственный педагогический университет» — будущие учителя информатики в количестве 35 человек: 10 выпускников 4-го курса по направлению подготовки 44.03.01 «Педагогическое образование», профиль «Информатика и ИКТ» (далее — выпускники 4И) и 25 выпускников 5-го курса по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили «Математика», «Информатика» (далее — выпускники 5МИ), характеристика которых представлена в таблице 2.

^{*} Приказ Минтруда России от 18 октября 2013 года № 544н об утверждении профессионального стандарта «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» (с изм. на 5 августа 2016 года). <https://docs.cntd.ru/document/499053710>

Таблица 2 / Table 2

Характеристики выпускников, принявших участие в исследовании**Characteristics of graduates who took part in the study**

№ п/п	Выпускники ФМФ (по направлениям подготовки)	Количество (чел.)	Пол		Гражданство		Работают учителем информатики в школе	
			Ж	М	РФ	Другое	Да	Нет
1	4И	10	8	2	10	—	5	5
2	5МИ	25	18	7	18	7	—	25
3	Всего	35	26	9	28	7	5	30

Анализ полученных результатов осуществлялся с применением одновыборочного критерия Колмогорова—Смирнова, t -критерия Стьюдента для независимых выборок. Систематизация результатов и их визуализация проводилась в электронных таблицах Microsoft Excel; статистический анализ осуществлялся в программном средстве SPSS Statistics 26.0.

3. Результаты

Общие результаты исследования (табл. 3) свидетельствуют о достижении базового уровня сформированности предметных и методических компетенций лишь десятью выпускниками 4И. Двадцать пять выпускников 5МИ не достигли базового уровня сформированности предметных и методических компетенций.

Внутренняя согласованность диагностической работы подтверждается расчетом значения альфы Кронбаха для всех принявших участие в исследовании выпускников: $\alpha = 0,806$.

Сравнение результатов выпускников 4И и выпускников 5МИ показало, что проведенная проверка подтвердила нулевую гипотезу о том, что распреде-

ление результатов диагностической работы выпускников 4И и выпускников 5МИ по одновыборочному критерию Колмогорова—Смирнова является нормальным. Асимптотическая значимость равна 0,200. Общая статистика результатов групп выпускников представлена в таблице 4.

Расчет по t -критерию Стьюдента для независимых выборок (табл. 5) показал, что между значениями первичного балла выполнения диагностической работы у выпускников педагогического вуза выявлены статистически достоверные различия, свидетельствующие о том, что результаты исследования уровня сформированности предметных и методических компетенций выпускников 4И статистически значимо выше, чем у выпускников 5МИ:

$$t = 3,462, p = 0,002 < 0,01.$$

Общие результаты исследования позволили определить **уровни сформированности предметных и методических компетенций** (рис. 1):

- **низкий уровень** — у 71,43 % выпускников ФМФ в целом, в том числе у 40 % выпускников 4И и у 84 % выпускников 5МИ;

Таблица 3 / Table 3

Результаты исследования уровня сформированности предметных и методических компетенций**The results of the study of the level of formation of subject and methodological competencies**

Участники	Средний первичный балл	Средний процент выполнения (%)	Медиана
Выпускники 4И	19,90	52,4	20,5
Выпускники 5МИ	12,16	32,0	11,0
Выпускники ФМФ	14,37	37,8	15,0

Таблица 4 / Table 4

Статистика групп выпускников**Graduates group statistics**

	Выпускники	Количество выпускников (N)	Среднее	Стандартные отклонения	Стандартная средняя ошибка
Первичный балл	4И	10	19,9000	5,04315	1,59478
	5МИ	25	12,1600	6,28941	1,25788

Таблица 5 / Table 5

Расчет t-критерия Стьюдента для независимых выборок

Calculation of Student's t-test for independent samples

		Критерий равенства дисперсий Ливиня		t-критерий для равенства средних						
		F	Значимость	t	Степени свободы	Значимость (двусторонняя)	Средняя разность	Средне-квадратичная ошибка разности	95 % доверительный интервал для разности	
									Нижняя	Верхняя
Первичный балл	Предполагаются равные дисперсии	1,192	0,283	3,462	33	0,002	7,74000	2,23577	3,19129	12,28871
	Не предполагаются равные дисперсии			3,811	20,680	0,001	7,74000	2,03116	3,51199	11,96801

- **базовый уровень** — у 25,71 % выпускников ФМФ в целом, в том числе у 50 % выпускников 4И и у 16 % выпускников 5МИ;
- **повышенный уровень** — у 2,86 % выпускников ФМФ в целом, в том числе у 10 % выпускников 4И.

Средние проценты выполнения по каждому заданию диагностической работы (базовый уровень — 60 %; повышенный уровень — 40 %; высокий уровень — 20 %) показали **несформированность предметных и методических компетенций** (рис. 2):

- у всех выпускников ФМФ — 13 проверяемых заданий (10 заданий первой части и 3 задания второй части);
- у выпускников 4И — 7 проверяемых заданий (5 заданий первой части и 2 задания второй части);

- у выпускников 5МИ — 16 проверяемых заданий (11 заданий первой части и 5 заданий второй части).

Полученные результаты исследования выявили дефициты следующих предметных и методических компетенций участников исследования (рис. 3):

- уметь строить таблицы истинности и логические схемы;
- уметь представлять и считывать данные в разных типах информационных моделей;
- знать основные типы данных, понятие переменной, оператора присваивания;
- знать о логических операциях и способах их записи;
- уметь анализировать результат исполнения алгоритма;

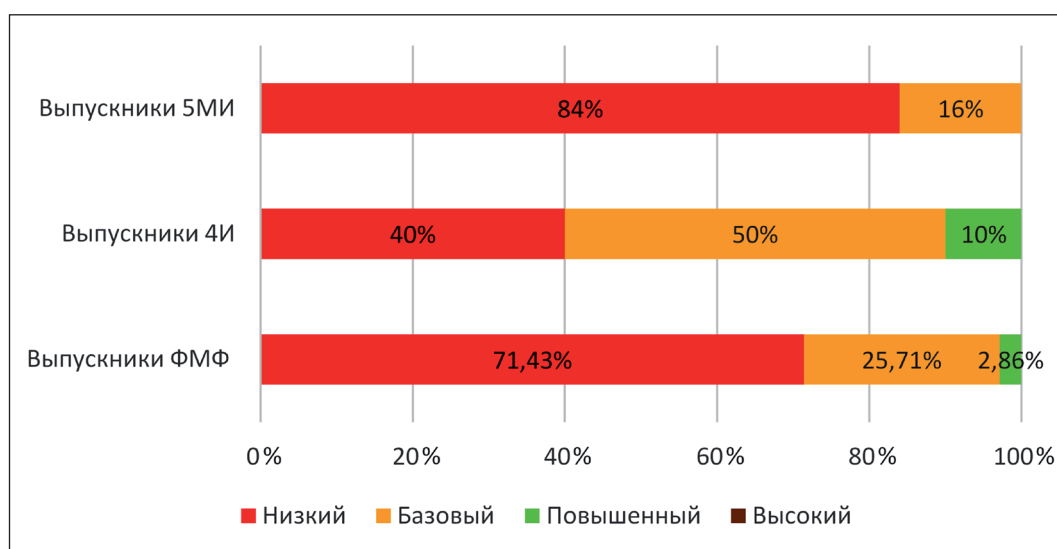


Рис. 1. Уровень сформированности профессиональных компетенций

Fig. 1. The level of professional competencies formation

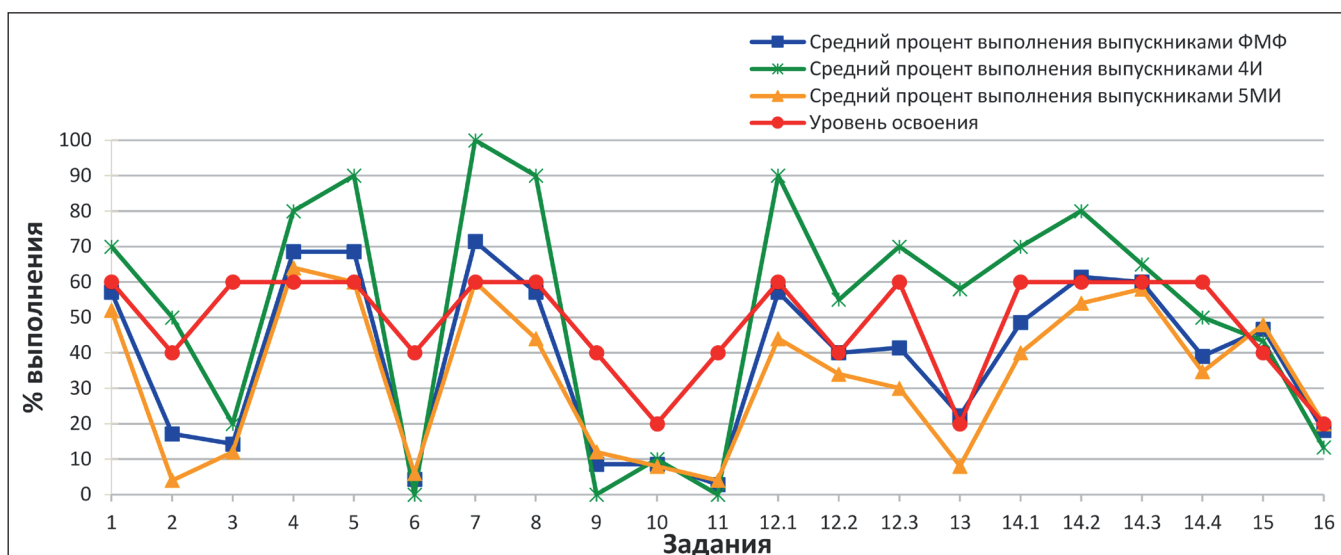


Рис. 2. Средний процент выполнения заданий диагностической работы

Fig. 2. Average percentage of completion of diagnostic work tasks

- уметь анализировать статистические данные;
- знать варианты использования в обучении ресурсов информационно-образовательной среды;
- знать основные требования ФГОС общего образования.

Анализ результатов выполнения первой части диагностической работы позволил определить **уровень сформированности предметных результатов** (рис. 4):

- **низкий уровень** — у 60 % выпускников ФМФ в целом, в том числе у 10 % выпускников 4И и у 80 % выпускников 5МИ;

- **базовый уровень** — у 37,14 % выпускников ФМФ в целом, в том числе у 80 % выпускников 4И и у 20 % выпускников 5МИ;
- **повышенный уровень** — у 2,86 % выпускников ФМФ в целом, в том числе у 10 % выпускников 4И.

Дефицитами являются предметные компетенции по следующим содержательным разделам учебного предмета «Информатика» первой части диагностической работы (рис. 5):

- «Алгоритмы и исполнители» и «Информация и информационные процессы»

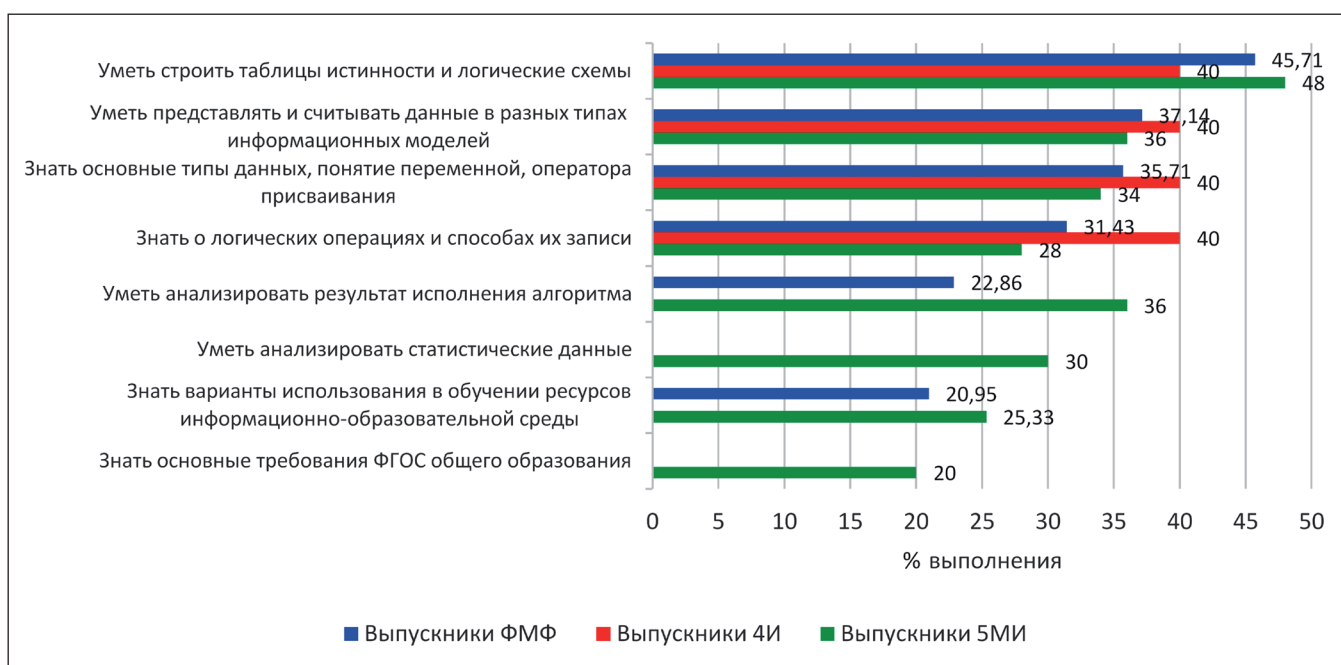


Рис. 3. Дефициты предметных и методических компетенций

Fig. 3. Deficits of subject and methodological competencies

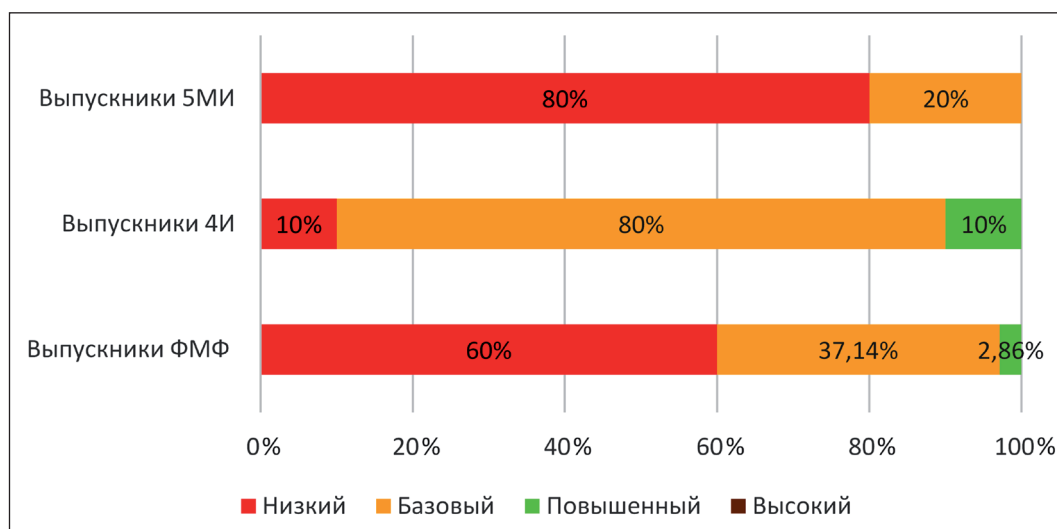


Рис. 4. Уровень сформированности предметных компетенций

Fig. 4. The level of subject competencies formation

у выпускников ФМФ в целом, включая выпускников 4И и выпускников 5МИ;

- «Формализация и моделирование» у выпускников ФМФ в целом, включая выпускников 5МИ.

Задания первой части, направленные на оценку предметных компетенций, включали в себя два задания, соответствующие Основному государственному экзамену (задания № 4, 5), и шесть заданий, соответствующих Единому государственному экзамену

(задания № 1–3, 9–11). Анализ выполнения этих заданий показал, что все участники исследования справились с заданиями Основного государственного экзамена независимо от направления подготовки. В то же время участники исследования показали низкие результаты выполнения заданий, соответствующих Единому государственному экзамену (табл. 6).

Определен **общий уровень сформированности методических компетенций** у участников исследования (рис. 6):

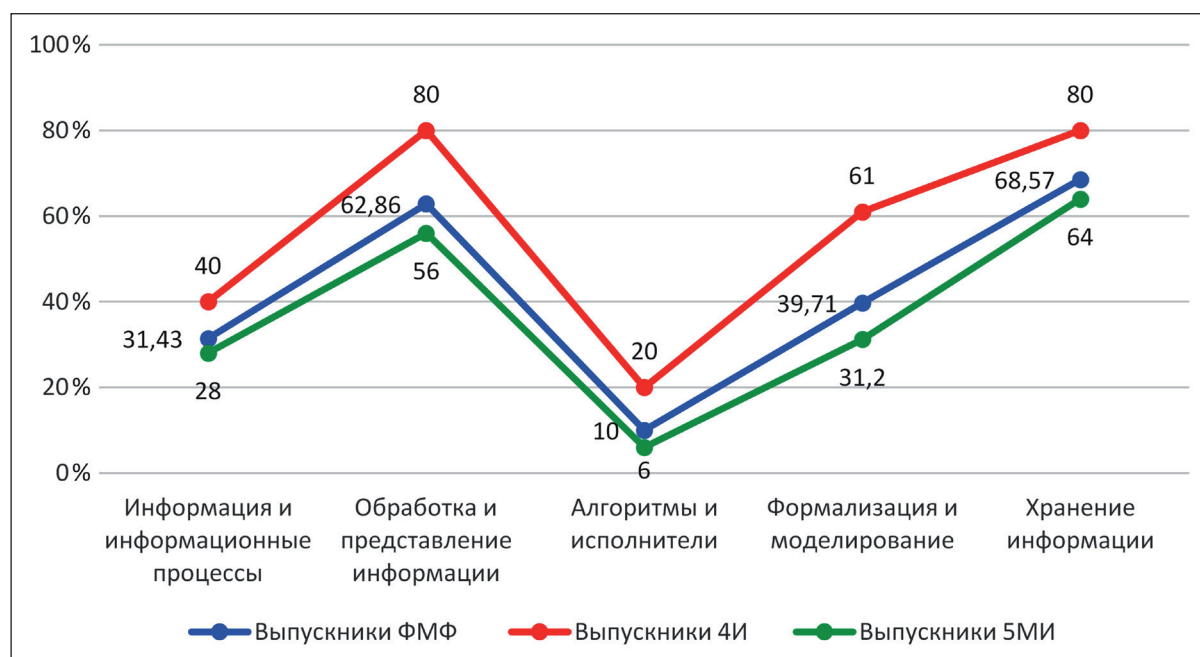


Рис. 5. Уровень сформированности предметных компетенций по содержательным разделам учебного предмета «Информатика» (на основании результатов выполнения заданий первой части диагностической работы)

Fig. 5. The level of formation of subject competencies in the substantive sections of the educational subject "Informatics" (based on the results of the tasks of the first part of the diagnostic work)

Таблица 6 / Table 6

Средний процент выполнения по группам заданий в соответствии с государственной итоговой аттестацией по учебному предмету «Информатика»

The average percentage of completion by task groups in accordance with the state final certification in the subject "Informatics"

Соответствие государственной итоговой аттестации по учебному предмету «Информатика»	Средний процент выполнения по группам заданий (%)		
	Выпускники ФМФ	Выпускники 4И	Выпускники 5МИ
ОГЭ	68,57	85	62
ЕГЭ	18,1	25	15,33

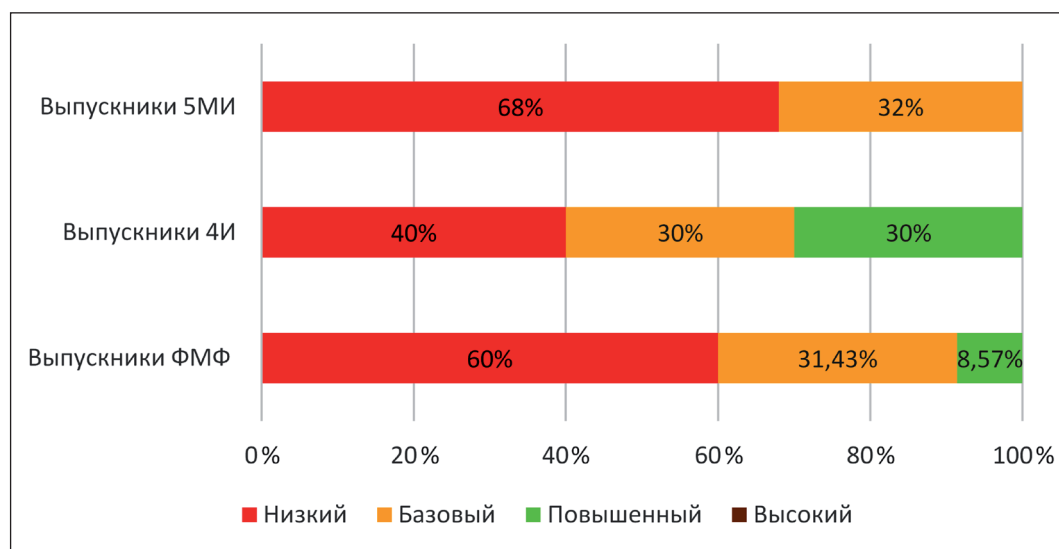


Рис. 6. Уровень сформированности методических компетенций

Fig. 6. The level of methodological competencies formation

- **низкий уровень** — у 60 % выпускников ФМФ в целом, в том числе у 40 % выпускников 4И и у 68 % выпускников 5МИ;
- **базовый уровень** — у 31,43 % выпускников ФМФ в целом, в том числе у 30 % выпускников 4И и у 32 % выпускников 5МИ;
- **повышенный уровень** — у 8,57 % выпускников ФМФ в целом, в том числе у 30 % выпускников 4И.

Дефицитами методических компетенций у участников исследования являются (рис. 7):

- умение оценивать развернутые ответы обучающихся по стандартизированным критериям и владение основными принципами преподавания обучающимся со специальными потребностями в образовании — у всех выпускников ФМФ, включая выпускников 4И и выпускников 5МИ;
- знание основных требований ФГОС общего образования, принципов системно-деятельностного подхода, современных педагогических технологий и методик обучения, вариантов использования в обучении ресурсов информационно-образовательной среды — у выпускников 5МИ;

- знание педагогических технологий и основ их применения — у всех выпускников ФМФ, включая выпускников 5МИ.

В общем и целом **результаты исследования** показали, что:

- у всех выпускников ФМФ процент достигших базового уровня владения предметными и методическими компетенциями составляет 40 %;
- у выпускников 4И процент достигших базового уровня владения предметными компетенциями выше (90 %), чем методическими компетенциями (60 %);
- у выпускников 5МИ процент достигших уровня владения предметными компетенциями ниже (20 %), чем методическими компетенциями (32 %).

4. Обсуждение

Общие результаты исследования свидетельствуют о недостижении большей частью выпускников Воронежского государственного педагогического университета из числа испытуемых (будущих учителей информатики) базового уровня сформированности

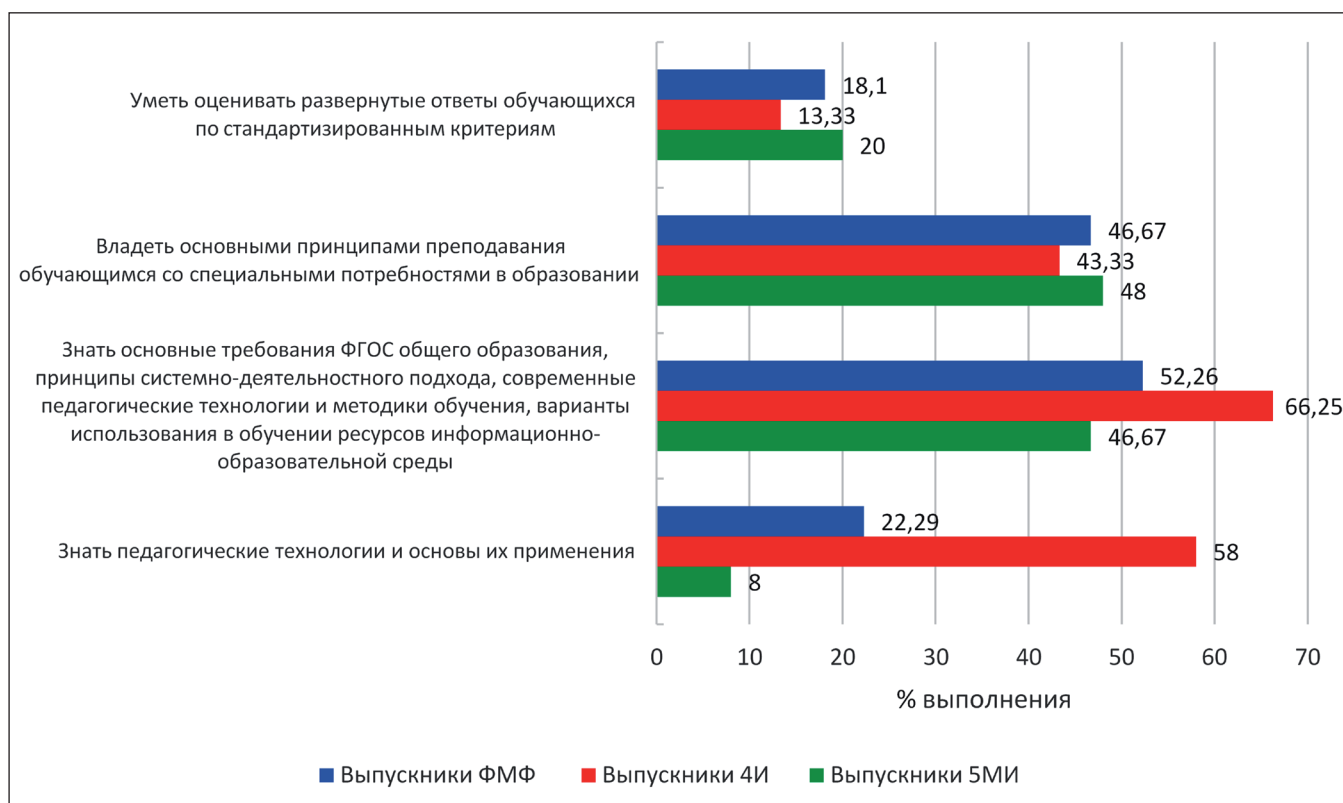


Рис. 7. Результаты выполнения заданий второй части диагностической работы

Fig. 7. Results of the tasks of second part of the diagnostic work

предметных и методических компетенций, а также о наличии у выпускников дефицитов в предметной и методической подготовке. Полученные результаты исследования согласуются с результатами диагностических исследований как учителей различных предметов [18, 20], так и студентов образовательных организаций высшего педагогического образования [20, 24]. Необходимо отметить, что полученные результаты исследования и выявленные предметные и методические дефициты непосредственно относятся к участвовавшим в данной процедуре 35 выпускникам — будущим учителям информатики.

У будущих учителей информатики были выявлены следующие профессиональные дефициты:

- **предметные:** по разделам «Алгоритмы и исполнители» и «Информация и информационные процессы» и заданиям, соответствующим Единому государственному экзамену;
- **методические:** умение оценивать развернутые ответы обучающихся по стандартизированным критериям и владение основными принципами преподавания обучающимся со специальными потребностями в образовании.

Указанные дефициты определяют направления деятельности профессорско-преподавательского состава для повышения качества подготовки будущих учителей информатики в целях формирования и развития предметных и методических компетенций:

- изменение содержания подготовки будущих учителей информатики;
- корректировка рабочих программ дисциплин и фонда оценочных средств;
- изменение методов и организационных форм образовательного процесса в вузе;
- применение современных педагогических технологий.

В разрезе направлений подготовки выпускники 4-го курса профиля «Информатика и ИКТ» продемонстрировали более высокие результаты по сравнению с выпускниками 5-го курса профилей «Математика», «Информатика». Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что **результаты выпускников, обучавшихся по одному профилю подготовки, выше, чем у обучавшихся по сдвоенному профилю**. Несмотря на примерно одинаковое количество часов, при подготовке по профилям «Математика», «Информатика» больше внимания уделяется математической подготовке. Возможно, именно поэтому большинство выпускников планируют работать учителями математики. Вместе с тем статистически достоверная разница в результатах требует усиления в предметной и методической подготовке таких студентов именно по информатике, в том числе за счет интеграции предметных и методических дисциплин математики и информатики, выполнения студентами межпредметных проектов и научных исследований.

Кроме того, на полученные результаты исследования существенное влияние оказывали следующие факторы:

- отсутствие необходимости сдачи ЕГЭ по информатике абитуриентами для обучения по направлениям подготовки «Педагогическое образование» («Информатика»; «Математика», «Информатика»). Результаты входной оценки у 1-го курса показывают, что студенты, поступившие на профиль «Информатика и ИКТ» и профили «Математика», «Информатика», имеют низкий уровень сформированности предметного содержания по итогам курса информатики среднего общего образования [25];
- дистанционное обучение, введенное в связи с пандемией COVID-19 в 2019–2020 и 2020–2021 учебных годах. Именно на эти периоды по учебному плану приходилось освоение методики обучения информатике на обоих направлениях подготовки, а также прохождение педагогической практики в общеобразовательных организациях, что естественным образом оказало негативное влияние на результаты формирования предметных и методических компетенций будущих учителей информатики.

5. Выводы

Результаты исследования показывают необходимость изменений в содержании и организации образовательного процесса подготовки будущих учителей информатики в педагогическом вузе. Необходима корректировка содержания учебных дисциплин психолого-педагогического и предметно-методического модулей, рабочих программ, методов и организационных форм образовательного процесса, педагогических технологий, форм и методов оценки компетенций студентов.

Несмотря на тот факт, что проанализированная процедура диагностики на данный момент является всего лишь процедурой с «низкими ставками», с точки зрения получения диплома о высшем педагогическом образовании и дальнейшего трудоустройства по профессии для выпускников она является «входом в профессию», своего рода проверкой готовности к профессиональной педагогической деятельности. В перспективе при изменении этой процедуры на статус с «высокими ставками» в рамках государственной итоговой аттестации выпускников (в форме демонстрационного экзамена или отдельного профессионального экзамена) полученные результаты могут использоваться при допуске к самостоятельной образовательной деятельности в общеобразовательных организациях, входить в состав портфолио будущего учителя.

С точки зрения самих выпускников — будущих учителей информатики, полученные результаты исследования позволяют им провести самоанализ проблем и дефицитов предметных и методических компетенций, построить вектор своей педагогической

деятельности, а при необходимости выбрать индивидуальную траекторию повышения квалификации в рамках самообразования и/или дополнительного профессионального образования. Преемственность между подготовкой педагогических кадров и последующим сопровождением выпускников педагогического вуза в профессиональной деятельности возможна при создании и реализации непрерывной системы педагогического образования.

Таким образом, результаты проведенного исследования и реализация представленных выше рекомендаций направлены на совершенствование образовательного процесса будущих учителей информатики в педагогическом вузе, обеспечение преемственности между подготовкой педагогических кадров и последующим сопровождением выпускников педагогического вуза в профессиональной деятельности.

Финансирование

Исследование выполнено в рамках реализации государственного задания на выполнение прикладной научно-исследовательской работы по теме «Разработка региональной системы оценки качества педагогического образования на основе профдефицитов». Дополнительное соглашение Минпросвещения России и ФГБОУ ВО «Воронежский государственный педагогический университет» № 073-03-2022-108/4 от 11.04.2022 года.

Funding

The study was carried out within the framework of the implementation of the state task for the implementation of applied research on the development of a regional system for assessing the quality of pedagogical education based on professional deficits. Supplementary Agreement of the Ministry of Education of the Russian Federation and the Voronezh State Pedagogical University No 073-03-2022-108/4 dated 11.04.2022.

Список источников / References

1. Казакова Е. И., Тарханова И. Ю. Оценка универсальных компетенций студентов при освоении образовательных программ. *Ярославский педагогический вестник*. 2018;(5):127–135. EDN: YOQEFN. DOI: 10.24411/1813-145X-2018-10164
[Kazakova E. I., Tarkhanova I. Yu. Assessment of students' universal competences when mastering educational programs. *Yaroslavl Pedagogical Bulletin*. 2018;(5):127–135. (In Russian.) EDN: YOQEFN. DOI: 10.24411/1813-145X-2018-10164]
2. Гуреева Е. Г. Опыт разработки оценочных средств проверки сформированности профессиональных компетенций выпускников педагогического вуза. *Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Психолого-педагогические науки*. 2018;(3(39)):49–68. EDN: YNPYXR
[Gureeva E. G. Experience in the development of assessment tools validation of formation of professional competences of graduates of pedagogical university. *Vestnik of Samara State Technical University. Series: Psychological and Pedagogical Sciences*. 2018;(3(39)):49–68. (In Russian.) EDN: YNPYXR]
3. Бершадская М. Д., Серова А. В., Чепуренко А. Ю., Зима Е. А. Компетентностный подход к оценке образовательных результатов: опыт российского социологического образования. *Высшее образование в России*. 2019;28(2):38–50. EDN: YYEZWH. DOI: 10.31992/0869-3617-2019-28-2-38-50
[Bershadskaya M. D., Serova A. V., Chepurenko A. Yu., Zima E. A. Competence-based approach to learning outcomes assessment: Russian experience in sociological education. *Higher Education in Russia*. 2019;28(2):38–50. (In Rus-

sian.) EDN: YYEZWH. DOI: 10.31992/0869-3617-2019-28-2-38-50]

4. Ледовская Т. В., Солянин Н. Э. Основные подходы к оценке результатов освоения студентами основных образовательных программ. *Ярославский педагогический вестник*. 2019;(1(106)):49–55. EDN: YXVMZV. DOI: 10.24411/1813-145X-2019-10277

[Ledovskaya T. V., Solynin N. E. Main approaches for assessing results of development of the main educational programs by higher education institution students. *Yaroslavl Pedagogical Bulletin*. 2019;(1(106)):49–55. (In Russian.) EDN: YXVMZV. DOI: 10.24411/1813-145X-2019-10277]

5. A Teachers' Guide to TALIS 2018. Paris, OECD Publishing; 2019:1. 28 p. Available at: https://www.oecd.org/education/talis/TALIS-Teachers-Guide-to-TALIS-2018-Vol-I_ENG.pdf

6. A Teachers' Guide to TALIS 2018. Paris, OECD Publishing; 2020:2. 32 p. Available at: https://www.oecd.org/education/talis/TALIS-Teachers-Guide-to-TALIS-2018-Vol-II_ENG.pdf

7. Tatto M. Teacher Education Development Study-Mathematics (TEDS-M). *Encyclopedia of Mathematics Education*. Springer, Cham; 2020:828–834. DOI: 10.1007/978-3-030-15789-0_151

8. Марголис А. А. Оценка квалификации учителя: обзор и анализ лучших зарубежных практик. *Психологическая наука и образование*. 2019;24(1):5–30. EDN: HZTVUY. DOI: 10.17759/pse.2019240101

[Margolis A. A. Teacher performance evaluation: A review of best foreign practices. *Psychological Science and Education*. 2019;24(1):5–30. (In Russian.) EDN: HZTVUY. DOI: 10.17759/pse.2019240101]

9. Темняткина О. В., Токменинова Д. В. Модели оценки эффективности работы педагогов, используемые в зарубежных странах. *Перспективы науки и образования*. 2019;(3(39)):489–499. EDN: VCBLUF. DOI: 10.32744/pse.2019.3.37

[Temnyatkina O. V., Tokmeninova D. V. Models of teacher performance evaluation applied in various countries. *Prospects of Science and Education*. 2019;(3(39)):489–499. (In Russian.) EDN: VCBLUF. DOI: 10.32744/pse.2019.3.37]

10. Алтыникова Н. В., Музаев А. А. Оценка предметных и методических компетенций учителей: апробация единых федеральных оценочных материалов. *Психологическая наука и образование*. 2019;24(1):31–41. EDN: KFOZTZ. DOI: 10.17759/pse.2019240102

[Altynikova N. V., Muzaev A. A. Subject and methodological competencies in teachers: Testing the unified federal evaluation tools. *Psychological Science and Education*. 2019;24(1):31–41. (In Russian.) EDN: KFOZTZ. DOI: 10.17759/pse.2019240102]

11. Геворкян Е. Н., Иоффе А. Н., Шалашова М. М. Диагностика педагога: от контрольного измерения к определению дефицитов для профессионального роста. *Педагогика*. 2020;(1):74–86. EDN: XUSMRK

[Gevorkyan E. N., Ioffe A. N., Shalashova M. M. Diagnostics of the teacher: From the control measurement to determining deficiencies for professional growth. *Pedagogy*. 2020;(1):74–86. (In Russian.) EDN: XUSMRK]

12. Пуденко Т. И. Концептуальные основы модели профессионального роста педагогических работников на основе оценки уровня владения профессиональными компетенциями. *Управление образованием: теория и практика*. 2019;(4(16)):4–13. EDN: ZEHYFF

[Pudenko T. I. Conceptual foundations of the professional growth model teachers taking into account the possession of professional competencies. *Management of Education: Theory and Practice*. 2019;(4(16)):4–13. (In Russian.) EDN: ZEHYFF]

13. Вороткова И. Ю., Усачева А. В. Диагностика профессиональных дефицитов современных педагогов на основании результатов профессиональной деятельности.

Педагогическое образование в России. 2022;(2):105–112. EDN: ELXFWK

[Vorotkova I. Yu., Usacheva A. V. Diagnostics of professional deficits of modern teachers based on the results of professional activity. *Pedagogical Education in Russia*. 2022;(2):105–112. (In Russian.) EDN: ELXFWK]

14. Халыпина Л. В. Диагностика образовательных запросов и профессиональных дефицитов педагогических работников общеобразовательных организаций Ставропольского края. *Вестник Северо-Кавказского федерального университета*. 2022;(2(89)):206–213. EDN: GHJMHO. DOI: 10.37493/2307-907X.2022.2.26

[Khalyapina L. V. Diagnosis of educational demands and professional deficits of school teachers of the Stavropol Territory. *Newsletter of North-Caucasus Federal University*. 2022;(2(89)):206–213. (In Russian.) EDN: GHJMHO. DOI: 10.37493/2307-907X.2022.2.26]

15. Пусарева С. А., Пучков М. Ю., Ривкина С. В., Тряпицына А. П. Модель уровневой оценки профессиональной компетентности учителя. *Science for Education Today*. 2019;9(3):151–168. EDN: ESQXV. DOI: 10.15293/2658-6762.1903.09

[Pisareva S. A., Puchkov M. Yu., Rivkina S. V., Tryapitsyna A. P. Teachers' professional competence: The model of level-based assessment. *Science for Education Today*. 2019;9(3):151–168. (In Russian.) EDN: ESQXV. DOI: 10.15293/2658-6762.1903.09]

16. Рагозина Г. А., Панская Е. С., Манжосова И. В. Структура и содержание профессиональной педагогической компетентности учителя русского языка средней общеобразовательной школы. *Профессиональное образование в России и за рубежом*. 2019;(1(33)):94–99. EDN: JOZXZJ

[Ragozina G. A., Panskaya E. S., Manzhosova I. V. Structure and content of professional pedagogical competence of a Russian language teacher of a secondary school. *Professional Education in Russia and Abroad*. 2019;(1(33)):94–99. (In Russian.) EDN: JOZXZJ]

17. Ускова С. А. Профессионально-педагогическая компетентность учителя как показатель готовности к проектированию и реализации современного образовательного процесса. *Человек и образование*. 2019;(2(59)):69–75. EDN: NJPCIZ

[Uskova S. A. Teacher's professional and pedagogical competence as indicator of readiness for design and implementation of modern educational process. *Man and Education*. 2019;(2(59)):69–75. (In Russian.) EDN: NJPCIZ]

18. Каменев Р. В. Профессиональные дефициты учителя технологии, анализ предметных и методических компетенций. *Современные проблемы науки и образования*. 2020;(3):54. EDN: OIZUJV. DOI: 10.17513/spno.29854

[Kamenev R. V. Professional deficiencies of teachers of technology, analysis of subject and methodical competences. *Modern Problems of Science and Education*. 2020;(3):54. (In Russian.) EDN: OIZUJV. DOI: 10.17513/spno.29854]

19. Слинкин С. В., Садыкова Э. Ф., Ключова В. В. О результатах диагностики предметных и методических компетенций учителей химии. *История и педагогика естествознания*. 2019;(2):18–21. EDN: GQEXTI. DOI: 10.24411/2226-2296-2019-10202

[Slinkin S. V., Sadykova E. F., Klusova V. V. On diagnostics results of subject and methodological competences for chemistry teachers. *History and Pedagogy Natural Science*. 2019;(2):18–21. (In Russian.) EDN: GQEXTI. DOI: 10.24411/2226-2296-2019-10202]

20. Алтыникова Н. В., Дорофеев А. В., Музаев А. А., Сагитов С. Т. Управление качеством педагогического образования на основе диагностики профессиональных дефицитов учителя: теоретико-методический аспект. *Психологическая наука и образование*. 2022;27(1):65–81. EDN: YXUFMX. DOI: 10.17759/pse.2022270106

[Altynnikova N. V., Dorofeev A. V., Muzaev A. A., Sagitov S. T. Quality management in pedagogical education based on the diagnostics of teachers' professional deficits: Theoretical and methodological aspect. *Psychological Science and Education*. 2022;27(1):65–81. (In Russian.) EDN: YXUFMX. DOI: 10.17759/pse.2022270106]

21. Деменева Н. Н., Колесова О. В. Кейс-конспект как средство оценки методической компетентности студентов педагогических вузов и учителей начальных классов. *Образование и наука*. 2018;20(9):158–182. EDN: MHJYRF. DOI: 10.17853/1994-5639-2018-9-158-182

[Demeneva N. N., Kolesova O. V. Case-designed lesson plan as a means of assessing the methodological competency of pedagogical students and primary school teachers. *Education and Science Journal*. 2018;20(9):158–182. (In Russian.) EDN: MHJYRF. DOI: 10.17853/1994-5639-2018-9-158-182]

22. Попов Н. И., Кожурина А. В. Исследование специальных способностей будущих учителей информатики в процессе подготовки для работы с одаренными детьми. *Информатика и образование*. 2021;36(8):32–40. EDN: MZVWKV. DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-8-32-40

[Popov N. I., Kozhurina A. V. Research of special abilities of future informatics teachers in the process of training to work with gifted children. *Informatics and Education*. 2021;36(8):32–40. (In Russian.) EDN: MZVWKV. DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-8-32-40]

23. Андреева О. С., Селиванова О. А., Васильева И. В. Комплексная диагностика компонентов исследовательской компетенции у студентов педагогических направлений подготовки. *Образование и наука*. 2019;21(1):37–58. EDN: YYTEJN. DOI: 10.17853/1994-5639-2019-1-37-58

[Andreeva O. S., Selivanova O. A., Vasileva I. V. A comprehensive diagnosis of components of pedagogical students' research competency. *Education and Science Journal*. 2019;21(1):37–58. (In Russian.) EDN: YYTEJN. DOI: 10.17853/1994-5639-2019-1-37-58]

24. Чудинский Р. М., Малев В. В., Малева А. А., Башарина С. О. Анализ результатов исследования предметных и методических компетенций выпускников педагогического вуза — будущих учителей информатики. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2021;(9-3(111)):82–93. EDN: CFTCAJ. DOI: 10.23670/IRJ.2021.9.111.088

[Chudinsky R. M., Malev V. V., Maleva A. A., Basharina S. O. An analysis of the results of studying the subject and methodological competencies of graduates of a pedagogical university — future computer science teachers. *International Research Journal*. 2021;(9-3(111)):82–93. (In Russian.) EDN: CFTCAJ. DOI: 10.23670/IRJ.2021.9.111.088]

25. Чудинский Р. М. Входная оценка предметного содержания за курс информатики среднего общего образования у студентов 1 курса физико-математического факультета Воронежского государственного педагогического университета в 2019–2021 гг. *Известия Воронежского государственного педагогического университета*. 2022;(2(295)):64–71. EDN: CFKRUV. DOI: 10.47438/2309-7078_2022_2_64

[Chudinsky R. M. Entrance assessment of the subject content for the computer science course of secondary general education for 1st-year students of the Faculty of Physics and Mathematics of Voronezh State Pedagogical University in 2019–2021. *Izvestia Voronezh State Pedagogical University*. 2022;(2(295)):64–71. (In Russian.) EDN: CFKRUV. DOI: 10.47438/2309-7078_2022_2_64]

Информация об авторах

Чудинский Руслан Михайлович, доктор пед. наук, доцент, зав. кафедрой информатики, информационных технологий и цифрового образования, физико-математический факультет, Воронежский государственный педагогический университет, г. Воронеж, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-5449-9351>; *e-mail*: chudinsky@mail.ru

Малев Василий Владимирович, канд. пед. наук, доцент, декан физико-математического факультета, Воронежский государственный педагогический университет, г. Воронеж, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-8225-1609>; *e-mail*: mvv-mpi@mail.ru

Малева Алла Александровна, канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры информатики, информационных технологий и цифрового образования, физико-математический факультет, Воронежский государственный педагогический университет, г. Воронеж, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-7956-2537>; *e-mail*: malevaalla@yandex.ru

Дубов Владислав Михайлович, канд. пед. наук, доцент кафедры информатики, информационных технологий и цифрового образования, физико-математический факультет, Воронежский государственный педагогический университет, г. Воронеж, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-5198-1465>; *e-mail*: urubo@mail.ru

Башарина Светлана Олеговна, старший преподаватель кафедры информатики, информационных технологий и цифрового образования, физико-математический факультет, Воронежский государственный педагогический университет, г. Воронеж, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-9206-2222>; *e-mail*: s_bash@inbox.ru

Information about the authors

Ruslan M. Chudinsky, Doctor of Sciences (Education), Docent, Head of the Department of Informatics, Information Technologies and Digital Education, Faculty of Physics and Mathematics, Voronezh State Pedagogical University, Voronezh, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-5449-9351>; *e-mail*: chudinsky@mail.ru

Vasily V. Malev, Candidate of Sciences (Education), Docent, Dean of the Faculty of Physics and Mathematics, Voronezh State Pedagogical University, Voronezh, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-8225-1609>; *e-mail*: mvv-mpi@mail.ru

Alla A. Maleva, Candidate of Sciences (Education), Docent, Associate Professor at the Department of Informatics, Information Technologies and Digital Education, Faculty of Physics and Mathematics, Voronezh State Pedagogical University, Voronezh, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-7956-2537>; *e-mail*: malevaalla@yandex.ru

Vladislav M. Dubov, Candidate of Sciences (Education), Associate Professor at the Department of Informatics, Information Technologies and Digital Education, Faculty of Physics and Mathematics, Voronezh State Pedagogical University, Voronezh, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-5198-1465>; *e-mail*: urubo@mail.ru

Svetlana O. Basharina, Senior Lecturer at the Department of Informatics, Information Technologies and Digital Education, Faculty of Physics and Mathematics, Voronezh State Pedagogical University, Voronezh, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-9206-2222>; *e-mail*: s_bash@inbox.ru

Поступила в редакцию / Received: 28.02.23.

Поступила после рецензирования / Revised: 22.05.23.

Принята к печати / Accepted: 23.05.23.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-4-57-67

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ В РАМКАХ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАТОВ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ ВОЕННЫХ ИНЖЕНЕРОВ

Е. В. Гусева¹ ✉, М. А. Родионов²¹ Филиал Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева в г. Пензе, г. Пенза, Россия² Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

✉ katerinavg@list.ru

Аннотация

Авторами статьи рассмотрена актуальная проблема использования программных средств образовательного назначения при обучении курсантов военного вуза. Целью данной работы является раскрытие особенностей использования программного обеспечения образовательного назначения в рамках различных форматов обучения будущих военных специалистов.

В статье подробно рассмотрена организация учебной деятельности курсантов на занятиях по специальным дисциплинам военного вуза. На каждом виде занятий у преподавателя есть возможность использования флеш-анимации, интерактивных презентаций, а также учебных видеофильмов, созданных в таких программных средах, как Macromedia Flash, Microsoft PowerPoint и Adobe Premiere Pro; при проведении расчетов курсантам предлагаются Microsoft Excel, MathCad, для моделирования — КОМПАС-3D, SolidWorks, а также ANSYS. Особенности использования программного обеспечения образовательного назначения продемонстрированы на примере занятий по одной из специальных дисциплин. В результате проведенного исследования для каждого вида занятий предложены те или иные программные средства образовательного назначения. Целенаправленное применение данных программных средств в соответствии с представленными рекомендациями, как показывает опыт преподавания авторов, способствует эффективному освоению учебного материала курсантами и формированию у них мотивационной готовности к использованию приобретенных знаний, умений и навыков в практической деятельности.

Ключевые слова: подготовка курсантов, учебный процесс, методика преподавания, курсовой проект, программное обеспечение.

Для цитирования:

Гусева Е. В., Родионов М. А. Особенности использования программных средств образовательного назначения в рамках различных форматов подготовки будущих военных инженеров. *Информатика и образование*. 2023;38(4):57–67. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-4-57-67

FEATURES OF USING EDUCATIONAL SOFTWARE WITHIN THE FRAMEWORK OF VARIOUS TRAINING FORMATS FOR FUTURE MILITARY ENGINEERS

E. V. Guseva¹ ✉, M. A. Rodionov²¹ Military Academy of Logistics (Penza branch), Penza, Russia² Penza State University, Penza, Russia

✉ katerinavg@list.ru

Abstract

The authors of the article consider the current problem of using educational software in the training of military cadets. The purpose of the article is to reveal the features of using educational software within the framework of different formats of training of future military specialists.

The article discusses in detail the organization of cadets' learning activities at the classes on special disciplines of a military university. At each type of classes the teacher has the opportunity to use flash animations, interactive presentations, as well as educational videos created in such software environments as Macromedia Flash, Microsoft PowerPoint and Adobe Premiere Pro; when performing calculations, cadets are offered Microsoft Excel, MathCad, for modeling — KOMPAS-3D, SolidWorks. The features of using educational software are demonstrated on the example of classes in one of the special disciplines. As a result of the conducted research, for each type of classes certain educational software tools are proposed. The dedicated use of these software tools in accordance

with the presented recommendations, as the authors' teaching experience shows, contributes to the effective mastering of educational material by cadets and formation of their motivational readiness to use the acquired knowledge, skills and abilities in practical activities.

Keywords: training of cadets, educational process, teaching methods, course project, software.

For citation:

Guseva E. V., Rodionov M. A. Features of using educational software within the framework of various training formats for future military engineers. *Informatics and Education*. 2023;38(4):57–67. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-4-57-67

1. Введение

Организация образовательного процесса в военном вузе существенно отличается от обучения в гражданском вузе. Строгая временная регламентированность, смена аудиторных занятий и внеаудиторной самоподготовки, постоянное участие в общественно-служебных делах вызывают у курсантов напряжение, усталость, неуверенность в себе и подавленность. Эти факторы, безусловно, осложняют процесс обучения. Поэтому актуальной задачей становится организация учебной деятельности таким образом, чтобы курсанты достигали высоких результатов в обучении и при этом могли самостоятельно организовывать свой учебный труд в новых для них условиях в военном вузе. Такая работа в настоящее время не может быть реализована без задействования современных программных средств.

Основными формами организации учебного процесса в военном вузе являются:

- лекции;
- групповые занятия (специфическая форма работы в военном вузе, в процессе которой преподаватель разъясняет соответствующий теоретический материал и показывает, как этот материал можно применить в практической деятельности, а затем курсанты выполняют закрепляющие задания в ходе совместной учебно-поисковой работы);
- практические занятия;
- семинарские занятия.

Методика подготовки и проведения учебных занятий с использованием специализированного программного обеспечения, с одной стороны, должна до определенной степени соотноситься с форматом обучения по аналогичным специальностям в гражданских вузах, а с другой — должна быть ориентирована на создание атмосферы творчества и условий, близких к реальной практической деятельности будущих военных специалистов в рамках предметной области учебного модуля. Другими словами, главное внимание в преподавании учебного материала специализированных дисциплин необходимо сосредоточить на развитии профессиональных навыков будущих военных инженеров.

Несмотря на активный интерес ученых, например, С. И. Орлова [1], А. В. Тугая [2], Д. П. Муравлева [3], к проблеме использования программного обеспечения при обучении курсантов, обнаруживается нехватка научных знаний и практик, связанных с применением программного обеспечения в рамках различных форматов обучения. **Целью предлагаемой статьи** является раскрытие возможностей использо-

вания программных средств различного назначения при подготовке будущих военных специалистов.

2. Организация учебной деятельности курсантов на занятиях с использованием программных средств

На примере одной из основных учебных дисциплин филиала Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева в г. Пензе — «Основы проектирования и производства стрелкового оружия и средств ближнего боя» — рассмотрим возможности продуктивного подключения к учебному процессу специализированного программного обеспечения. Основной целью освоения указанной дисциплины является формирование у курсантов системы теоретических знаний и практических навыков по темам:

- методы расчета и проектирования стрелкового оружия и средств ближнего боя;
- обоснование систем допущений при инженерных расчетах и проектировании стрелкового оружия и средств ближнего боя;
- построение и содержание технологических процессов производства стрелкового оружия и средств ближнего боя.

В рамках изучения данной дисциплины запланированы лекции, семинары, групповые и практические занятия, а также написание и защита курсового проекта [4]. В результате курсанты должны научиться:

- производить расчет и проектирование патронов и стволов стрелкового оружия и средств ближнего боя;
- эффективно использовать информационные и компьютерные технологии при проектировании стрелкового оружия и средств ближнего боя;
- проводить анализ методов проектирования;
- разрабатывать схемы технологических процессов изготовления и сборки деталей, узлов, механизмов стрелкового оружия и средств ближнего боя;
- выполнять эскизное проектирование.

Все эти виды деятельности предполагают существенное использование программных средств различного назначения [5].

2.1. Особенности использования программных средств на лекциях

Лекции должны формировать базу теоретической подготовки курсантов и давать систематизированные

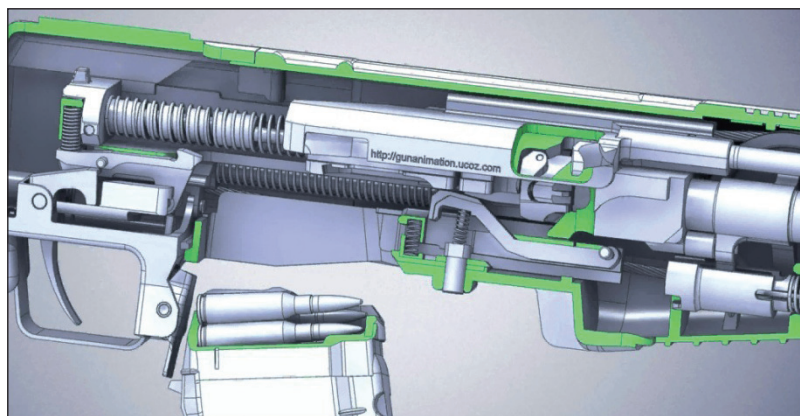


Рис. 1. Фрагмент ролика, созданного в технологии флеш-анимации и используемого на лекциях

Fig. 1. Fragment of flash animation used in lecture classes

основы научных знаний по дисциплине, в частности, по следующим темам:

- оценка боевого действия пуль и особенности баллистического проектирования системы «ствол — патрон»;
- общие принципы проектирования патронов и стволов стрелкового оружия и средств ближнего боя;
- особенности технологических процессов изготовления стрелкового оружия, средств ближнего боя [4, 6].

На данных занятиях преподаватель может использовать флеш-анимацию, интерактивные презентации, главной отличительной особенностью которых является возможность активного взаимодействия с демонстрирующимся на слайдах материалом [7], а также учебные видеофильмы, созданные в таких программных средах, как Macromedia Flash, Microsoft PowerPoint и Adobe Premiere Pro (рис. 1). Например, преподавательским составом был создан комплекс материалов для проведения лекций по дисциплине «Основы проектирования и производ-

ства стрелкового оружия и средств ближнего боя», который представляет возможность реализовать общение между курсантами и лектором в режиме реального времени.

2.2. Особенности использования программных средств на семинарских занятиях

Семинарские занятия по рассматриваемой дисциплине позволяют курсантам углубленно изучить:

- вопросы общей характеристики технологий оружейного производства;
- технологические процессы изготовления стволов стрелкового оружия и средств ближнего боя;
- технологические процессы изготовления и сборки основных деталей стрелкового оружия и средств ближнего боя;
- технологические процессы изготовления патронов [4, 8].

На этих занятиях курсанты знакомятся с расчетами и моделями, созданными, например, в многоцелевой программной системе для численного моде-

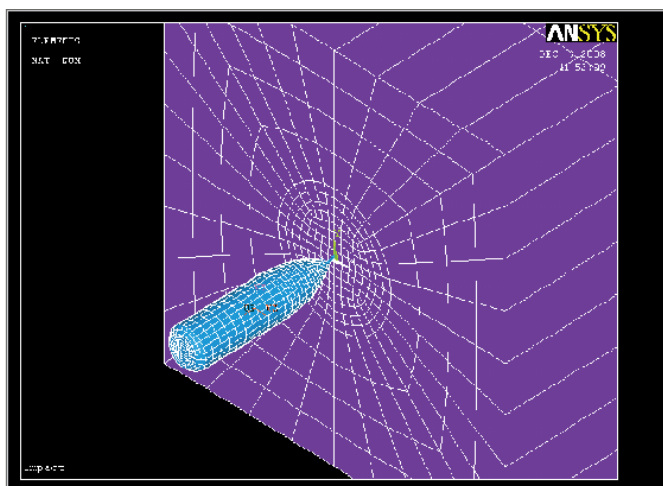
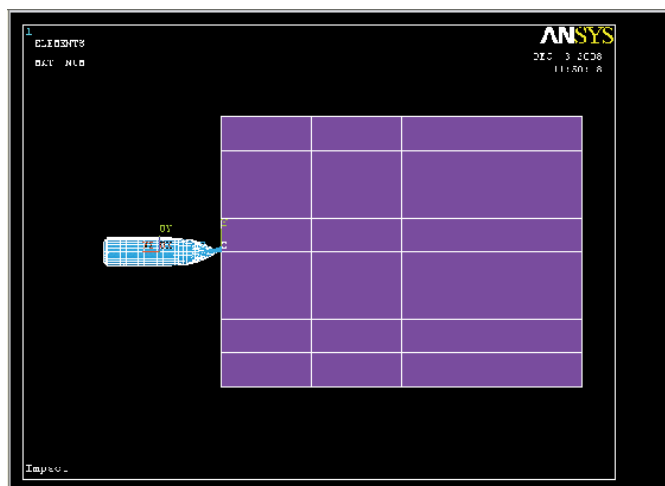


Рис. 2. Модель поражающего элемента и блока-имитатора пули патрона стрелкового оружия, разработанная в ANSYS

Fig. 2. A model of a striking element and a small arms cartridge bullet simulator developed at ANSYS

лирования физических процессов и явлений ANSYS [9]. Преподаватель демонстрирует созданные ранее модели, показывает алгоритм, а также приводит примеры расчетов, разъясняя нюансы выбора тех или иных параметров. Затем курсантам предлагается

решить в мини-группах ряд задач по проектированию патронов стрелкового оружия. Кроме того, обучающиеся могут представлять собственные работы, созданные с помощью ANSYS на дополнительных занятиях в Военном научном обществе филиала академии. Пример созданной курсантами работы представлен на рисунке 2.

2.3. Особенности использования программных средств на групповых и практических занятиях

Групповые и практические занятия проводятся с целью выработки и совершенствования практических умений и приобретения курсантами навыков решения практических задач, в том числе таких, как:

- проведение расчетов;
- разработка и оформление служебных документов [10, 11];
- разработка технологических процессов изготовления типовых деталей стрелкового оружия и средств ближнего боя;
- производство расчетов, разработка и оформление технологических документов, чертежей;
- составление тактико-технического задания.

Для проведения расчетов курсанты могут использовать такие программные средства образовательного назначения, как Microsoft Excel и MathCad [12]. Например, на указанном курсе обучающимся предлагается произвести расчеты по проектированию различных патронов стрелкового оружия. Курсанты, самостоятельно выбрав программное средство, приступают к реализации задачи [17]. Пример подобной работы представлен на рисунке 3.

Для создания графических работ и 3D-моделирования курсантам рекомендованы программные средства «КОМПАС-3D», SolidWorks и другие программы автоматизированного проектирования, позволяющие будущим военным инженерам отображать свои идеи в эскизах, экспериментировать с элементами и размерами, а также создавать модели и подробные чертежи (рис. 4).

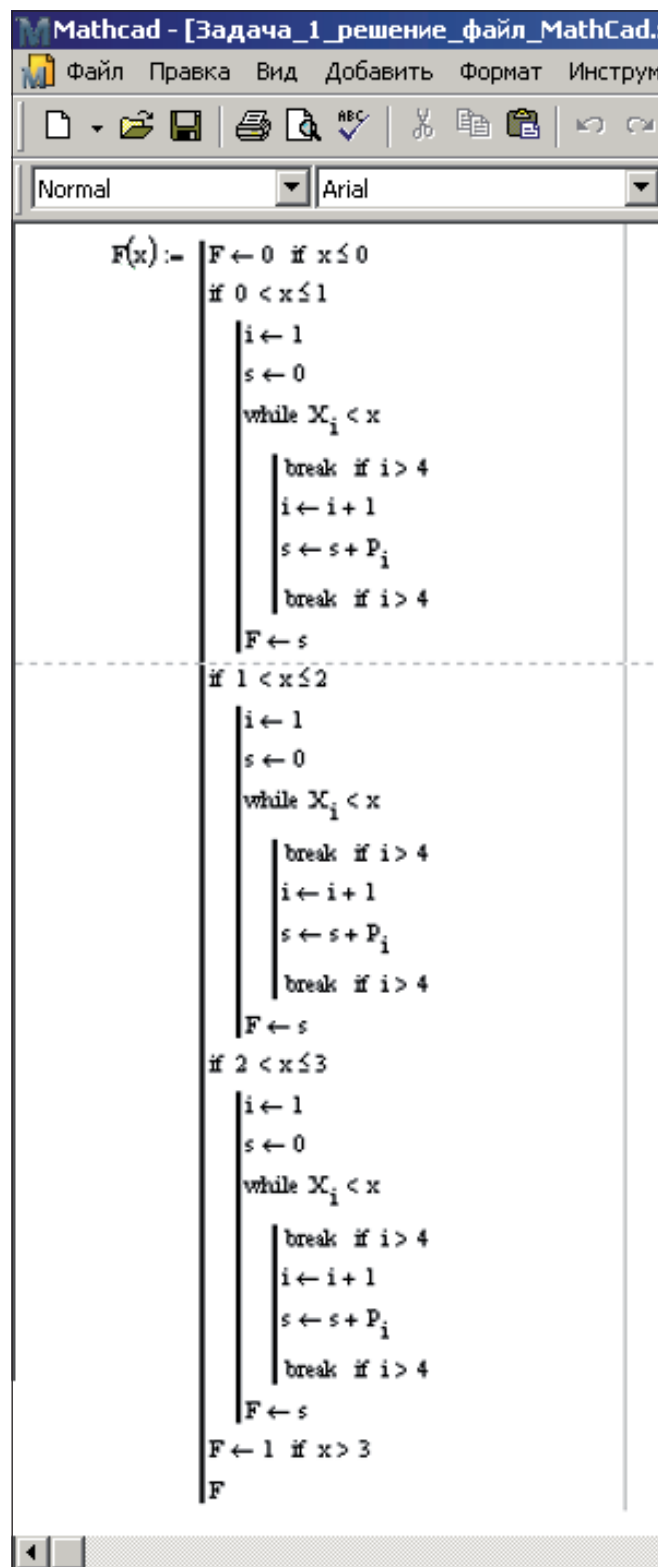


Рис. 3. Проведение расчетов в MathCad
Fig. 3. Performing calculations in MathCad

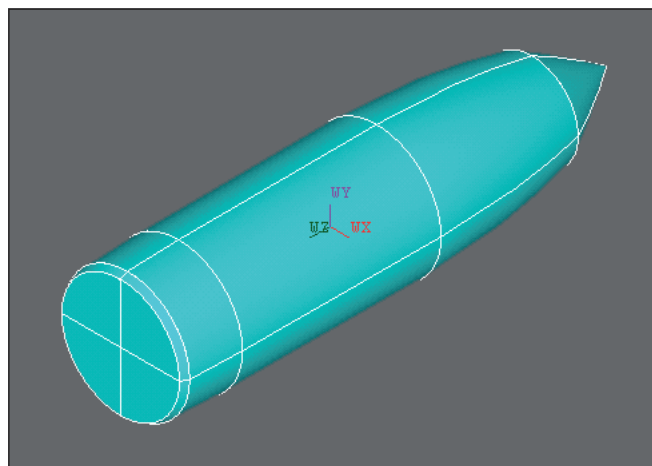


Рис. 4. 3D-модель пули, выполненная в программных средствах образовательного назначения
Fig. 4. 3-D bullet model made in educational software

2.4. Особенности использования программных средств при работе над курсовым проектом

Завершающим этапом изучения дисциплины «Основы проектирования и производства стрелкового оружия и средств ближнего боя» является написание курсантами курсового проекта.

Курсовой проект имеет целью закрепить и углубить знания, полученные на лекционных, семинарских, групповых и практических занятиях, выработать у курсантов умение применять теоретический материал при решении конкретных практических задач [15]. Во время работы над курсовым проектом курсанты учатся проводить расчеты для внешне- и внутрибаллистического проектирования патронов, для прочностного расчета ствола. В процессе выполнения курсового проекта каждый обучающийся должен проявить максимум самостоятельности в решении всех сопутствующих вопросов. Осуществление курсового проектирования позволяет систематизировать, обобщить и закрепить знания, полученные в вузе [16].

В рамках курсового проектирования на основе литературных источников и исходных данных решаются следующие вопросы:

- внешнебаллистический расчет патрона стрелкового оружия;
- внутрибаллистический расчет патрона стрелкового оружия;
- расчет пули и гильзы;
- внутрибаллистический расчет ствола стрелкового оружия.

При написании первого раздела курсового проекта курсанты определяют следующие характеристики:

- внешнебаллистические параметры патрона и оружия;
- элементы траектории полета пули в воздухе;
- действие пули по цели [17].

Курсанты имеют возможность работать в Microsoft Excel, а также использовать различные системы программирования, в том числе Borland Delphi, Borland C++ Builder, Microsoft Visual Basic, Microsoft Visual C++, а также C# [18].

Расчеты начинаются с того, что курсант задает массу пули (минимум три значения), после чего по математическим зависимостям определяет скорость встречи пули с преградой и баллистический коэффициент. Примеры расчетов в Microsoft Excel представлены на рисунках 5 и 6.

Файл Меню Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид															
Вставить Буфер обмена Вырезать Копировать Формат по образцу Times New Roman 14 Ж К Ч Шрифт Выравнивание Число Общий Услов форматирования															
N29 fx															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1		Внешнебаллистическое решение													
2		1.Задаём массу пули m.													
3			m1=				0,0090 кг								
4			m2=				0,0096 кг								
5			m3=				0,0102 кг								
6															
7		2.Определяем скорость встречи пули с преградой v _c .													
8															
9															
10															
11															
12															
13		где	α-коэффициент материала преграды												
14															
15			V _{c1} =				818,08 м/с								
16			V _{c2} =				818,07 м/с								
17			V _{c3} =				818,05 м/с								
18															
19		3.Определяем баллистический коэффициент с.													
20															
21															
22															
23			C ₁ =				7,612888 м ² /кг								
24			C ₂ =				7,1370825 м ² /кг								
25			C ₃ =				6,717254118 м ² /кг								
26															

Рис. 5. Работа над первым разделом курсового проекта в Microsoft Excel

Fig. 5. Work on the first section of the course project in Microsoft Excel

Файл																		Меню																		Главная																		Вставка																		Разметка страницы																		Формулы																		Данные																		Рецензирование																		Вид																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Вставить функцию																		Автосумма																		Недавно использовались																		Финансовые																		Логические																		Текстовые																		Дата и время																		Ссылки и массивы																		Математические																		Другие функции																		Диспетчер имен																		Использовать в формуле																		Создать из выделенного																		Определенные имена																		Влияющие																		Зависимые																		Убрать стр																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
N29																		fx																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									

Рис. 6. Произведенные расчеты в режиме отображения формул в Microsoft Excel

Fig. 6. The calculations performed in the formula display mode in Microsoft Excel

Затем курсанты определяют элементы траектории полета пули в воздухе (время полета, высота траектории, дальность прямого выстрела и т. д.), а также действие пули по цели. Полученные результаты расчетов заносятся в таблицу (рис. 7).

В общем случае задача внешнебаллистического проектирования имеет несколько вариантов решения, т. е. несколько сочетаний внешнебаллистических параметров, обеспечивающих заданное действие пули по цели. Проведя анализ полученных результатов, курсанты задают лимитирующее значение массы пули, что позволяет сократить количество вариантов, а следовательно, и продолжительность разработки [19].

После окончания работы над первым разделом курсового проекта курсанты переходят ко второму разделу — внутрибаллистическому проектированию, которое позволяет определить условия заряжания и некоторые конструктивные характеристики канала ствола, обеспечивающие сообщение пули необходимой начальной скорости, а следовательно, и энергии для достижения заданного боевого действия. В этом разделе курсанты строят графики в Microsoft Excel [20], которые наглядно показывают зависимости найденных значений (рис. 8).

В третьем разделе курсовой работы курсанты переходят к расчетам пули и гильзы, а также к вну-

Результаты внешнебаллистического расчета

$m \cdot 10^3$, кг	v_{c2} , м/с	c , м ² /кг	v_0 , м/с	T , с	Y , м	$X_{ПВ}$, м	E_0 , Дж	$P_{max} l_d \cdot 10^5$, Па·м	M , кг	J_0 , Н·с	$E_{отд}$, Дж

Рис. 7. Обобщенная таблица расчетов, произведенных в Microsoft Excel

Fig. 7. Generalized table of calculations performed in Microsoft Excel

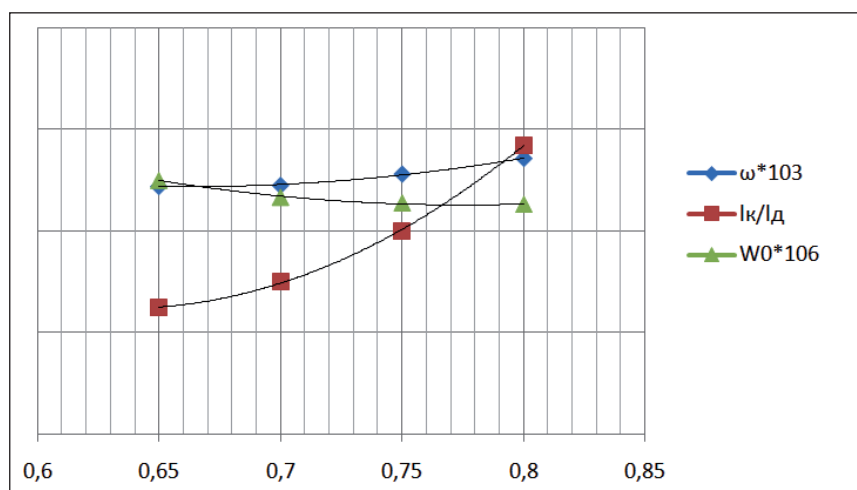


Рис. 8. Построение в Microsoft Excel графиков, необходимых при работе над курсовым проектом
 Fig. 8. Plotting graphs in Microsoft Excel required when working on a course project

трибалистическому расчету ствола стрелкового оружия. На этом этапе курсанты с помощью математических зависимостей рассчитывают основные

элементы пули (сердечник, оболочка и рубашка) и гильзы (дульце, скат и корпус и т. д.). На рисунке 9 показан пример расчетов.

Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид ABBYY FineReader 12 Acrobat															
F417															
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
359	Расчет рубашки пули														
360	3.1. Наружный диаметр рубашки пули.														
361	$d_p = d_0 - \Delta_0 \cdot d$														
362	$d_p = 6,82 \text{ мм}$														
363															
364															
365	3.2. Радиус окружности, образующей оживальную часть рубашки пули.														
366	$R_p = R_0 - \Delta_0 \cdot d$														
367	$R_p = 33,68 \text{ мм}$														
368															
369	3.3. Общая длина рубашки пули														
370	$l_p = l_n - \Delta_0 \cdot d$														
371	$l_p = 34,78$														
372															
373	3.4. Высота головной части рубашки.														
374	$h_p = d_p \sqrt{(R_p / d_p - 0,25)}$														
375															
376															
377															
378	$h_p = 14,77$														
379															
380	3.5. Высота цилиндрической части рубашки пули.														
381	$H_p = l_p - h_p$														
382															
383	$H_p = 20$														

Рис. 9. Пример расчета рубашки пули в рамках курсового проекта
 Fig. 9. Example of calculation of a bullet jacket in the framework of a course project

Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид ABBYY FineReader 12 Acrobat f_x Вставить функцию Σ Автосумма Недавно использовались Финансовые Логические Текстовые Дата и время Ссылки и массивы Математические Другие функции Библиотека функций Диспетчер имен Присвоить имя Использовать в формуле Создать из выделенного фрагмента Определенные имена Влияющие ячейки Зависимые ячейки Убрать стрелки										
O534										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
516										
517										
518										
519										
520										
521										
522										
523										
524										
525										
526										
527										
528										
529										
530										
531										
532										
533										
534										
535										
536										
537										
538										
539										
540										
541										

Рис. 10. Фрагмент расчета ствола-моноблока пули в рамках курсового проекта

Fig. 10. A fragment of the calculation of the barrel-monoblock bullet in the framework of the course project

Курсовое проектирование завершается расчетом ствола-моноблока. Фрагмент расчета в режиме отображения формул приведен на рисунке 10.

3. Особенности использования электронного учебника на занятиях в военном вузе

На всех видах занятий (лекциях, семинарах, групповых и практических занятиях), а также во время самостоятельной подготовки любой обучающийся имеет возможность воспользоваться разработанным А. В. Куренковым электронным учебником «Основы проектирования и производства стрелкового оружия и средств ближнего боя» [13], который составлен на основе тематического плана учебной дисциплины.

Указанный учебник представляет собой электронное мультимедийное издание с элементами интерактивности информационных блоков. Интерактивное меню позволяет переходить в нужный раздел учебника. Интерактивные блоки включают в себя

учебные видеофильмы, аудиозаписи, анимацию, тестирование, а также активные ссылки на сторонние ресурсы, что позволяет обеспечить высокий уровень наглядности и иллюстративности (рис. 11).

Электронное пособие А. В. Куренкова дает возможность осуществлять полный цикл необходимых обучающих процедур на всех видах занятий. Электронный учебник, разработанный в программе SunRav [14], состоит из двух разделов:

1. «Основы проектирования стрелкового оружия (СО) и средств ближнего боя (СББ)».
2. «Основы производства стрелкового оружия (СО) и средств ближнего боя (СББ)».

Каждый из разделов содержит главы согласно тематическому плану изучаемой дисциплины. В каждой главе учебника представлен иллюстрированный теоретический материал по заявленной теме, учебный видеоматериал, а также тесты для прохождения самоконтроля (рис. 12). При создании электронного учебника, помимо программы SunRav, задействована программа для создания тестов MyTest, а также проигрыватель Windows Media.

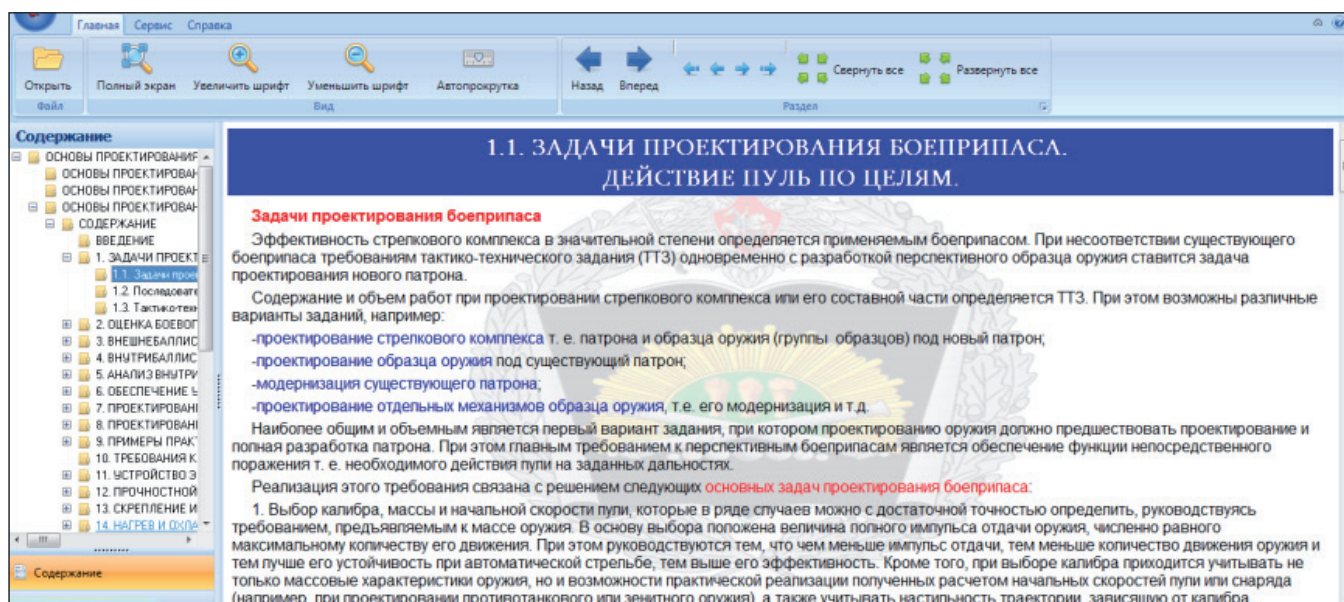


Рис. 11. Фрагмент электронного учебника по дисциплине
«Основы проектирования и производства стрелкового оружия и средств ближнего боя»

Fig. 11. Fragment of an electronic textbook on the discipline
"Fundamentals of design and manufacture of small arms and melee weapons"

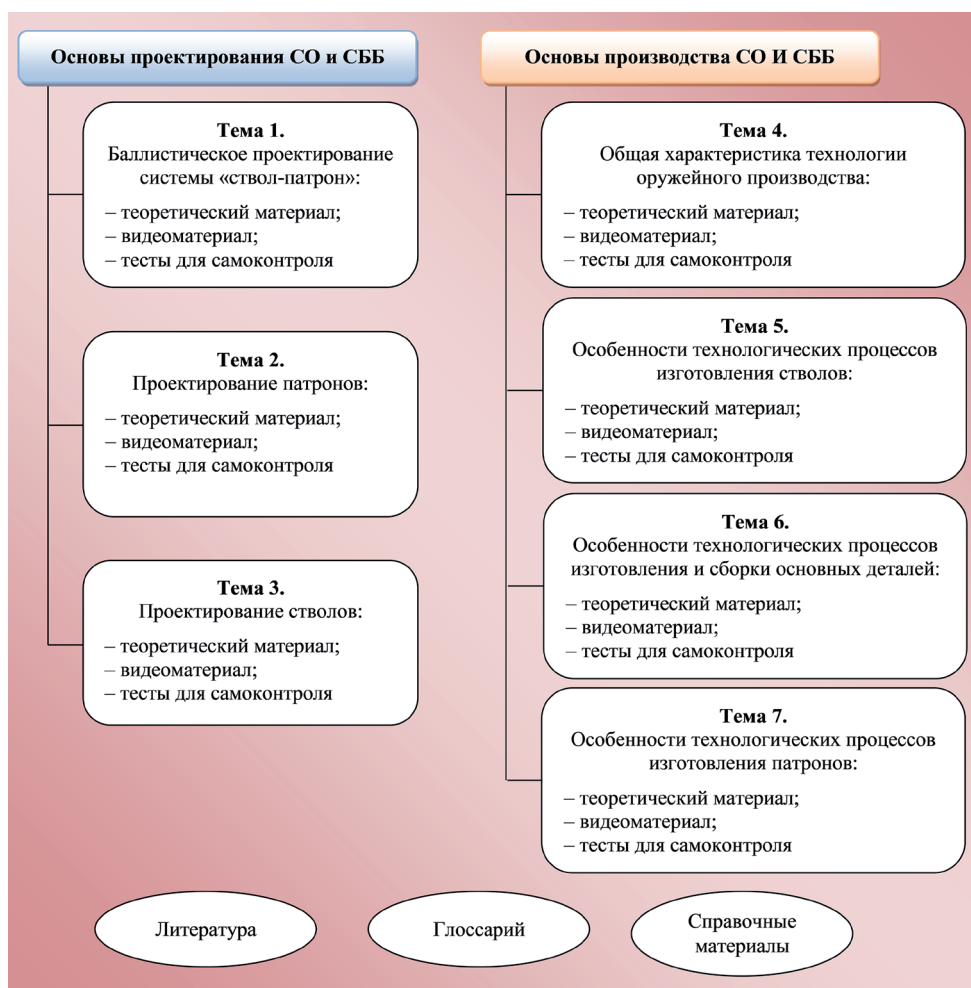


Рис. 12. Структура электронного учебника

Fig. 12. The structure of the electronic textbook

4. Заключение

Качество преподавания дисциплин специального назначения при обучении будущих военных инженеров во многом зависит от подбора соответствующих военной специфике форматов обучения и адекватных этим форматам средств, применяемых на занятиях. Рассмотренные выше формы проведения занятий (лекции, семинары, групповые и практические занятия) с привлечением возможностей соответствующего программного обеспечения повышают эффективность работы по обучению курсантов.

Содержание этих занятий предполагает подробное знакомство с расчетами и моделями, создаваемыми в многоцелевых программных системах для численного моделирования физических процессов и явлений (в частности, ANSYS). Данное знакомство включает в себя раскрытие структурно-содержательных особенностей моделей, овладение соответствующими алгоритмами, рассмотрение примеров расчетов с учетом выбора задействуемых параметров, групповую работу по решению задач по проектированию патронов стрелкового оружия, создание индивидуальных проектов в соответствии проблематикой, рассматриваемой на дополнительных занятиях в Военном научном обществе филиала академии.

В военном вузе при проведении всех видов учебных занятий можно использовать программные средства образовательного назначения Macromedia Flash, Microsoft PowerPoint и Adobe Premiere Pro, проигрыватель Windows Media (для создания флеш-анимации, интерактивных презентаций, а также учебных видеофильмов). При проведении расчетов предлагается использовать Microsoft Excel, MathCad, для моделирования — КОМПАС-3D, SolidWorks и ANSYS.

Особую роль в подготовке будущих военных инженеров играют курсовые проекты, во многом определяющие качество выпускных работ и дальнейшую профессиональную деятельность курсантов. Использование программных средств при создании курсового проекта способствует развитию у обучающихся навыков организации и планирования работы с военно-инженерными проектами, существенно повышает их учебно-профессиональную мотивацию и готовность к профессиональному самообразованию.

Список источников / References

1. Орлов С. И. Информационно-технологическое обеспечение обучения курсантов военных вузов: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08. М.; 2012. 195 с. EDN: QIFHCV
[Orlov S. I. Information and technological support for training cadets of military universities: Cand. ped. sci. dis.: 13.00.08. Moscow; 2012. 195 p. (In Russian.) EDN: QIFHCV]
2. Тугая А. В. Реализация информационных и педагогических технологий в обучении курсантов высших военных учебных заведений: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08. Ставрополь; 2005. 178 с. EDN: NNJDID
[Tugaya A. V. Implementation of information and pedagogical technologies in the training of cadets of higher military educational institutions: Cand. ped. sci. dis.: 13.00.08. Stavropol; 2005. 178 p. (In Russian.) EDN: NNJDID]

3. Муравлев Д. П. Совершенствование образовательного процесса вуза на основе новых информационных технологий: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01. М.; 1999. 232 с. EDN: NLNWPP

[Muravev D. P. Improving the educational process of the university based on new information technologies: Cand. ped. sci. dis.: 13.00.01. Moscow; 1999. 232 p. (In Russian.) EDN: NLNWPP]

4. Варникова О. В., Сафонова О. Ю. Методическая система обучения в военном вузе. *Инновации в образовании*. 2018;(1):16–23. EDN: YMMDCP

[Varnikova O. V., Safonova O. Y. Educational system in the military university. *Innovations in Education*. 2018;(1):16–23. (In Russian.) EDN: YMMDCP]

5. Образцов П. И., Косухин В. М. Дидактика высшей военной школы: учебное пособие. Орел: Академия Спецсвязи России; 2004. 317 с. EDN: TTBIION

[Obraztsov P. I., Kosukhin V. M. Didactics of the higher military school: Textbook. Orel, Academy of Special Communications of Russia; 2004. 317 p. (In Russian.) EDN: TTBIION]

6. Питуна С. А., Щербов А. Д. Особенности современной лекции и лекторского мастерства в образовательном процессе вуза. *Современная высшая школа: инновационный аспект*. 2015;(3):90–95. EDN: VBPKJX. DOI: 10.7442/2071-9620-2015-3-90-95

[Pitina S. A., Shcherbov A. D. Specifics of contemporary higher school lecture and lecturing. *Contemporary Higher Education: Innovation Aspects*. 2015;(3):90–95. (In Russian.) EDN: VBPKJX. DOI: 10.7442/2071-9620-2015-3-90-95]

7. Бойкова А. В. Использование информационных технологий в образовательном процессе военного вуза. *Мир науки. Педагогика и психология*. 2017;5(6):1–8. EDN: YRRTNR

[Boykova A. V. Information technologies in the educational process of a military high school. *World of Science. Pedagogy and Psychology*. 2017;5(6):1–8. (In Russian.) EDN: YRRTNR]

8. Вдовюк В. И., Шабанов Г. А. Педагогика высшей военной школы: современные проблемы в структурно-логических схемах и таблицах. М.; 1996. 68 с. EDN: PWIHTX

[Vdovyuk V. I., Shabanov G. A. Pedagogy of the higher military school: Modern problems in structural and logical schemes and tables. Moscow; 1996. 68 p. (In Russian.) EDN: PWIHTX]

9. Жидков А. В. Применение системы ANSYS к решению задач геометрического и конечно-элементного моделирования. Нижний Новгород: Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского; 2006. 115 с.

[Zhidkov A. V. Application of the ANSYS system to solving problems of geometric and finite element modeling. Nizhny Novgorod, Lobachevsky State University; 2006. 115 p. (In Russian.)]

10. Remijan K. W. Project-based learning and design-focused projects to motivate secondary mathematics students. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*. 2017;11(1):1–15. DOI: 10.7771/1541-5015.1520

11. Пискунов А. Р., Смирнов А. Э., Яцук К. В. Обучение военнослужащих в высших военных учебных заведениях. *Молодой ученый*. 2016;(30(134)):398–404. EDN: XQUZOV

[Piskunov A. R., Smirnov A. E., Yatsuk K. V. Training of military personnel in higher military educational institutions. *Young Scientist*. 2016;(30(134)):398–404. (In Russian.) EDN: XQUZOV]

12. Алексеев Е. Р., Чеснокова О. В., Ломовцева О., Вавич М. Совместное использование пакетов MathCAD, Mathematica и MS Excel в инженерной практике. *Известия ТПТУ*. 2002;(2(25)):79–81. EDN: KRSEPF

[Alekseev E. R., Chesnokova O. V., Lomovtseva O., Vavich M. Joint use of MathCAD, Mathematica and MS Excel packages in engineering practice. *Izvestiya of TSREU*. 2002;(2(25)):79–81. (In Russian.) EDN: KRSEPF]

13. Куренков А. В. Основы проектирования и производства стрелкового оружия и средств ближнего боя: электронный учебник. Пенза: ВА МТО; 2020. 225 с.

[Kurenkov A. V. Fundamentals of design and manufacture of small arms and melee weapons: Electronic textbook. Penza, MAI; 2020. 225 p. (In Russian.)]

14. Вережчина Е. А., Шейкер Т. Д. Подготовка электронных учебных пособий в среде SunRav. *Вологодские чтения*. 2009;(73):59–61. EDN: MNKGFN

[Vereshchagina E. A., Shaker T. D. Preparation of electronic textbooks in the SunRav environment. *Vologdinskii Readings*. 2009;(73):59–61. (In Russian.) EDN: MNKGFN]

15. Степанищев А. Т. Военное научное общество: научный труд курсанта: методическое пособие. М.: Военный университет; 2013. 180 с.

[Stepanishchev A. T. Military scientific society: Scientific work of a cadet: A methodological guide. Moscow, Voennyy universitet; 2013. 180 p. (In Russian.)]

16. Белоконь И. Г. Курсовая работа как средство формирования основ исследовательской деятельности курсантов военного вуза: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08. Ставрополь; 2006. 32 с.

[Belokon I. G. Coursework as a means of forming the foundations of research activity of military university cadets: Cand. ped. sci. diss. author's abstract: 13.00.08. Stavropol; 2006. 32 p. (In Russian.)]

17. Гусева Е. В., Родионов М. А. Обучение курсантов военного вуза решению расчетных задач военно-прикладной направленности с использованием специализированного программного обеспечения. *Информатика и образование*. 2022;37(4):64–70. EDN: MXVSSE. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-64-70

[Guseva E. V., Rodionov M. A. Training cadets at higher military educational institutions to solve military applied computational problems using customized software. *Informatics and Education*. 2022;37(4):64–70. (In Russian.) EDN: MXVSSE. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-64-70]

18. Гусева Е. В., Родионов М. А. Содержательно-методические основы работы по обучению решению олимпиадных задач. *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Гуманитарные науки*. 2015;(4(36)):216–225. EDN: VUSBYF

[Guseva E. V., Rodionov M. A. Informative and methodological basis for training contest task solving. *University*

Proceedings. Volga Region. Humanities. 2015;(4(36)):216–225. (In Russian.) EDN: VUSBYF]

19. Watfa M. K., Audi D. Innovative virtual and collaborative teaching methodologies. *Behaviour and Information Technology*. 2017;36(7):663–673. DOI: 10.1080/0144929x.2016.1275806

20. Кругликов С. А. Методика преподавания математики с использованием информационных технологий и компьютерных продуктов учебного назначения: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. М.; 2003. 228 с. EDN: NMLCVF

[Kruglikov S. A. Methods of teaching mathematics using information technologies and computer products for educational purposes. Cand. ped. sci. diss.: 13.00.02. Moscow; 2003. 228 p. (In Russian.) EDN: NMLCVF]

Информация об авторах

Гусева Екатерина Владимировна, канд. пед. наук, доцент кафедры специальных дисциплин, Филиал Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева в г. Пензе, г. Пенза, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-3890-9837>; *e-mail*: katerinavg@list.ru

Родионов Михаил Алексеевич, доктор пед. наук, профессор, зав. кафедрой «Информатика и методика обучения информатике и математике», факультет физико-математических и естественных наук, Педагогический институт им. В. Г. Белинского, Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-2213-9997>; *e-mail*: do7tor@mail.ru

Information about the authors

Yekaterina V. Guseva, Candidate of Sciences (Education), Associate Professor at the Department of Special Disciplines, Military Academy of Logistics (Penza branch), Penza, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-3890-9837>; *e-mail*: katerinavg@list.ru

Mikhail A. Rodionov, Doctor of Sciences (Education), Professor, Head of the Department “Informatics and Methods of Teaching Informatics and Mathematics”, Faculty of Physical, Mathematical and Natural Sciences, V. G. Belinsky Institute of Teacher Education, Penza State University, Penza, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-2213-9997>; *e-mail*: do7tor@mail.ru

Поступила в редакцию / Received: 13.06.23.

Поступила после рецензирования / Revised: 30.06.23.

Принята к печати / Accepted: 04.07.23.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-4-68-79

ОНЛАЙН-ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ОТРАБОТКИ НАВЫКОВ ВЫПОЛНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Д. Б. Берг¹, Н. В. Папуловская¹ ✉, А. Ю. Вишнякова¹, Н. Н. Дубинин²¹ Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия² Сетевая инженерно-техническая школа, Екатеринбург, Россия

✉ n.v.papulovskaia@urfu.ru

Аннотация

В статье описывается инструмент, позволяющий решить проблему недостаточного развития навыков выполнения арифметических операций школьниками. Авторы полагают, что использование компьютерных технологий в процессе обучения математике позволит построить индивидуальные учебные траектории для каждого учащегося и обеспечит совершенствование навыков выполнения арифметических операций до устойчивого состояния.

Авторы вводят новое понятие «архитектура навыков» и демонстрируют возможности построения архитектуры навыков школьного курса математики: структурирование навыков по группам и создание нового подхода к отработке математических навыков от простого к сложному, начиная с начальной школы.

В статье представлены обоснование разработки, концепция и требования к онлайн-тренажеру для отработки навыков выполнения арифметических операций. В основу концепции тренажера положены результаты проведенных авторами исследований: анализа предметной области школьного курса математики; выявления архитектуры навыков, позволяющей выстраивать индивидуальные учебные траектории; разработки методики оценки эффективности заданий по отработке отдельного навыка с помощью анализа кривых обучения. Разработано онлайн-приложение «Тренажер математических операций».

Концепция предлагаемого онлайн-тренажера по математике может быть использована в качестве основы для разработки аналогичных решений для любых предметных областей школьной программы. Тренажер также возможно использовать в условиях дистанционного обучения.

Ключевые слова: среднее образование, онлайн-тренажер, индивидуальные учебные траектории, арифметические операции, архитектура навыков, кривая обучения, облачное приложение.

Для цитирования:

Берг Д. Б., Папуловская Н. В., Вишнякова А. Ю., Дубинин Н. Н. Онлайн-тренажер для отработки навыков выполнения математических операций. Информатика и образование. 2023;38(4):68–79. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-4-68-79

ONLINE SIMULATOR FOR PRACTICING THE SKILLS OF PERFORMING MATHEMATICAL OPERATIONS

D. B. Berg¹, N. V. Papulovskaya¹ ✉, A. Yu. Vishnyakova¹, N. N. Dubinin²¹ Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia² Network Engineering and Technical School, Ekaterinburg, Russia

✉ n.v.papulovskaia@urfu.ru

Abstract

The article describes a tool to solve the problem of insufficient development of schoolchildren's arithmetic operations skills. The authors believe that the use of computer technologies in the process of teaching mathematics will allow the building of individual learning trajectories for each student and ensure the development of arithmetic operations skills to a stable state.

The authors introduce a new concept of "skill architecture" and demonstrate the possibilities of building the skill architecture of a school mathematics course: structuring skills into groups and creating a new approach to practicing mathematical skills from simple to complex, starting from elementary school.

The article presents the rationale for the development, concept, and requirements for an online simulator for practicing the skills of performing mathematical operations. The concept of the simulator is based on the results of research: analysis of the subject area of the school mathematics course; identification of the architecture of skills that allows building individual learning trajectories; development of a methodology for evaluating the effectiveness of tasks for practicing a particular skill by analyzing learning curves. The online application "Mathematical Operations Simulator" has been developed. The concept of the proposed online mathematics simulator can be used as a basis for developing similar solutions for any subject area of the school curriculum. The simulator can also be used in distance learning conditions.

Keywords: secondary education, online simulator, individual learning trajectories, arithmetic operations, skill architecture, learning curve, cloud application.

For citation:

Berg D. B., Papulovskaya N. V., Vishnyakova A. Yu., Dubinin N. N. Online simulator for practicing the skills of performing mathematical operations. *Informatics and Education*. 2023;38(4):68–79. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-4-68-79

1. Введение

Формирование того или иного навыка происходит при многократном повторении некоторого действия/операции*. Очевидно, что разным людям требуется разное время на отработку устойчивого навыка. Многие ученые пытались стандартизировать время, необходимое для формирования навыка, например, «правилом 10 000 часов» [1]. Однако последующие исследования опровергли эти гипотезы**. Современные исследователи отмечают, что нельзя считать эффективными такие методы формирования навыков выполнения математических (в том числе арифметических) операций школьниками, которые не учитывают индивидуальные способности ребенка. С. А. Лебедев особенно подчеркивает важность приобретения навыков выполнения математических операций, поскольку математика является универсальным языком и средством научной коммуникации [2]. Пробелы в знаниях математики негативно сказываются на изучении других дисциплин не только в средней школе, но и на следующих ступенях получения образования. В настоящее время проблемы с уверенным выполнением математических операций диагностируются на всех этапах проверки знаний учащихся: в контрольных работах текущей и промежуточной аттестации, в годовых контрольных работах, в итоговых районных контрольных работах, во всероссийских проверочных работах и на Едином государственном экзамене (ЕГЭ).

Открытые данные результатов ЕГЭ по математике за 10 лет показывают, что разделение математики на базовую и профильную и упрощение заданий не влияет на рост среднего балла: максимальное значение среднего балла за всю историю ЕГЭ составило 56,5 в 2019 году, что на 11,3 балла выше его минимального значения 45,2 — в 2012 году. Это означает, что **средний уровень освоения программы по математике у выпускников составляет чуть больше половины общего объема учебного материала**.

Стоит отметить, что при выполнении домашних заданий по математике в традиционной форме родители детей нового поколения все больше сталкиваются с проблемой усидчивости: работать с классическими учебниками и тетрадями детям непривычно. Они предпочитают выполнять задания на компьютере,

то есть для современных детей компьютерная программа имеет более дружелюбный и понятный интерфейс. Кроме того, на бумаге можно разместить лишь ограниченное количество примеров и тем более невозможно организовать автоматический контроль и сбор статистики, что создает трудности и в работе учителя.

В 2020–2021 годах во время пандемии образовательные организации столкнулись с необходимостью перехода на дистанционный формат обучения [3–5]. Новые для российской системы школьного образования онлайн-технологии были наложены на старые методы обучения, что вызвало немало проблем. Учителя, не адаптировавшиеся к цифровизации, перешли в сектор дополнительного образования. Школы стали испытывать дефицит кадров, а оставшиеся в штате педагоги вынуждены работать с повышенной нагрузкой, что также не может не сказываться на качестве обучения. В преподавании математики больше всего страдает отработка навыков выполнения операций, о важности которой было сказано выше. На уроке отработке выделяется все меньше времени, поскольку проверка каждого практического задания требует от учителя дополнительных затрат.

Развитие онлайн-образования и информационных технологий определили область поиска решения описанных проблем. И в качестве варианта авторы предлагают создать **онлайн-тренажер для отработки практических навыков выполнения арифметических операций школьниками** с учетом их индивидуальных потребностей, а также оптимизации проверки выполненных упражнений учителем.

Тренажер математических операций предназначен для учащихся начальных классов. Однако школьники часто делают арифметические ошибки даже на экзаменах. Значит, тренажер будет полезен для всех учащихся средней школы с I по XI класс. Предлагаемый тренажер позволит сделать труд учителя производительным с точки зрения контроля достижения учащимися запланированных результатов обучения и создаст для детей игровую форму работы при освоении математических навыков.

Целью исследования является выявление требований к онлайн-тренажеру и разработка минимально жизнеспособного продукта (*англ.* Minimum Viable Product, MVP) для отработки навыков выполнения арифметических операций.

2. Архитектура навыков

Для выявления требований к тренажеру математических операций были изучены типичные ошибки, совершаемые школьниками во время прохождения различных контрольных мероприятий по матема-

* «Навык — умение, приобретенное упражнениями, созданное привычкой». См.: *Большой толковый словарь русского языка*. Под. ред. С. А. Кузнецова. СПб.: Норинт; 1998. 1534 с.

** Bradley D. Why Gladwell's 10,000-hour rule is wrong. *BBC*. 14.11.2012. <https://www.bbc.com/future/story/20121114-gladwells-10000-hour-rule-myth>

тике [6, 7]. В. А. Далингер в своем исследовании выявляет следующие **типичные ошибки**:

- ассоциативный перенос методов решения уравнений на неравенства;
- неверное применение метода декомпозиции неравенства;
- потеря решений при выполнении заданий на решение уравнений и неравенств;
- неверное определение вида геометрической фигуры;
- тавтология в рассуждениях и т. д. [8].

В исследовании С. Р. Мугаллимовой [9] проведен анализ работ девятиклассников, который показал устойчивый набор из девяти проблемных компонентов при решении математических задач, среди них «умение определить порядок арифметических действий».

Причины ошибок большинство авторов находят в том, что ученики часто сужают или расширяют объем понятия, неправильно произносят или пишут, неверно выполняют какое-то действие или операцию и т. д. Большинство ошибок также связаны с формализмом в знаниях учащихся, который проявляется в отрыве формы от содержания; неумении применять теорию на практике; преобладании памяти над пониманием; в господстве трафарета, шаблона [8].

Анализ полного спектра совершаемых ошибок дал возможность создать принципиально новый подход к отработке математических навыков от простого к сложному, реализуемый в онлайн-тренажере по всему курсу математики, с начальной школы по XI класс. В его основу легло понятие **архитектуры**.

Поиск существующих определений термина «архитектура» проводился по словарям и ГОСТам*. Неудивительно, что оно оказалось наиболее востребовано в области зодчества и искусства, на втором месте — сфера информационных технологий. В качестве общей концептуальной модели определения термина «архитектура» наилучшим является представленное в ГОСТ Р ИСО/ТС 18308-2008: «**Архитектура (architecture)** — набор элементов конструкции или описательных представлений, необходимый для такого описания объекта, чтобы он мог быть создан в соответствии с требованиями (с нужным

качеством), а также обслуживаться в течение всего срока его жизненного цикла».

Анализ литературных источников показал, что термин «архитектура» имеет широкое распространение и в сферах, связанных с образованием, и чаще всего употребляется как синоним слова «*структура*», однако сама структура образовательного процесса (элементы и связи между ними) практически не изучается. В современной педагогике получили распространение такие понятия, как: «учебная архитектура» [10], «архитектура образовательного ресурса» [11], «архитектура организации процесса обучения» [12, 13] и т. п. Чтобы перевести исследование понятия «архитектура» в педагогику в практическую плоскость, необходимо каждый компонент широкого понятия «**архитектура организации образовательного процесса**» исследовать отдельно и наполнить практическим содержанием [14].

Авторский подход в исследовании этой темы начался с разработки архитектуры навыков в предметной области школьного курса математики. Под **архитектурой навыков** мы понимаем **иерархическую многоуровневую структуру логически выстроенных элементов учебной дисциплины, объединяющих группы навыков, необходимых для формирования научного мышления**. На рисунке 1 представлена архитектура навыков в предметной области школьного курса математики.

Каждая из шести групп навыков состоит из набора навыков:

- элементарных;
- комбинированных;
- составных.

Для примера на рисунке 2 представлен фрагмент декомпозиции уровня 1 «Арифметика и арифметические операции». Для того чтобы перейти к отработке навыка 2.1 «Сложение по разрядам в пределах 100», необходимо освоить навыки 1.1 «Сложение в пределах 10», 1.2 «Сложение через 10» и 1.3 «Разложение чисел на слагаемые».

Представленная **архитектура позволяет выстраивать индивидуальные учебные траектории в соответствии со смысловыми и логическими взаимосвязями между разделами школьного курса математики, его темами, отдельными понятиями так, чтобы на каждом последующем этапе траектории происходило непрерывное приращение навыков учеников**.

Индивидуализация траекторий обучения обеспечивается реализацией в онлайн-тренажере методики оценки эффективности занятий по отработке отдельного навыка, которая визуализируется через кривую обучения. **Кривая обучения** (англ. learning curve) — это графическая зависимость успешности выполнения учебного задания от типа и количества обучаемого материала. Анализ кривых обучения позволяет сформировать представление о результативности метода обучения.

* Кочергин В. И. Англо-русский толковый научно-технический словарь по системному анализу, программированию, электронике и электроприводу. В 2 т. Т.1. Томск: ОАО НПП «Полус»; 2008. 653 с.; Информатика, образование, дидактика, история, методы и технологии обучения. Словарь ключевых понятий и определений. Сетевое учебное издание. Сост. Е. В. Ширшов. Москва: Издательский Дом «Академия Естествознания»; 2017. 138 с. EDN: ZADDOJ. DOI: 10.17513/np272; ГОСТ Р ИСО/ТС 18308-2008. Информатизация здоровья. Требования к архитектуре электронного учета здоровья. <https://docs.cntd.ru/document/1200067414>; ГОСТ Р ИСО/МЭК 27033-1-2011. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Безопасность сетей. Часть 1. Обзор и концепции. <https://docs.cntd.ru/document/1200089172>



Рис. 1. Архитектура навыков в предметной области школьного курса математики

Fig. 1. The architecture of skills in the subject area of a school mathematics course

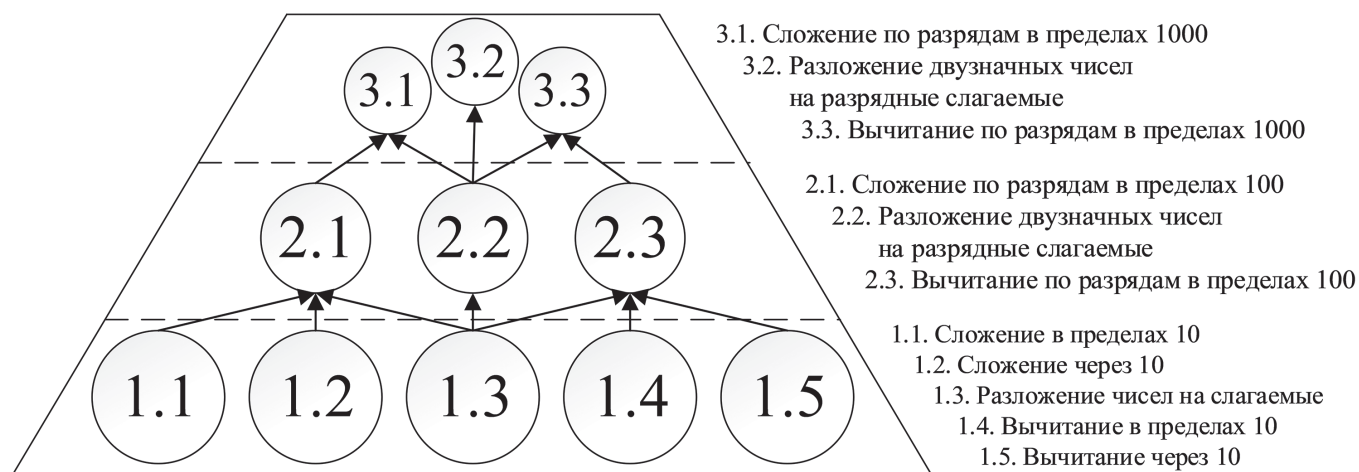


Рис. 2. Фрагмент декомпозиции архитектуры навыков в предметной области школьного курса математики на уровне арифметики и арифметических операций

Fig. 2. A fragment of decomposition of skill architecture in the subject area of school mathematics course at the level of arithmetic and arithmetic operations

3. Требования к приложению «Тренажер математических операций»

Тренажер математических операций должен обеспечить возможность отработки всех уровней архитектуры навыков в предметной области школьного курса математики, представленных на рисунке 2. Тренажер будет реализован в виде адаптивного веб-приложения, поскольку должен передавать пользователям актуальные данные и быть доступен на любом современном устройстве, имеющем выход в интернет. Тренажер должен иметь многофункциональную и настраиваемую панель админи-

стратора, с помощью которой можно отслеживать активность пользователей, управлять контентом веб-приложения и взаимодействовать с базой данных. Он должен также обладать удобным и понятным интерфейсом, нейтральным и спокойным дизайном, чтобы ученикам и преподавателям легче было сконцентрироваться на процессе обучения. Тренажер должен иметь внутренний инструмент для анализа данных, а также позволять выстраивать разные режимы обучения в соответствии с общими требованиями к регулярности занятий и соблюдению норм труда и отдыха. Он должен обеспечивать возможность мониторинга учебных достижений учащихся.

Качественные параметры тренажера следующие:

- наличие отдельного генератора заданий на каждый навык;
- формирование индивидуальной траектории отработки навыков;
- количественная оценка уровня освоения навыка и устойчивости полученного результата;
- возможность формирования групп навыков:
 - решения уравнений (арифметические и алгебраические навыки);
 - анализа текстов (перевод с естественного языка на язык математических символов);
 - составления математической модели (анализ условия задачи при помощи таблицы);
 - составления уравнения (по таблице);
 - решения задач.

Количественные параметры тренажера следующие:

- общее количество отрабатываемых навыков выполнения арифметических операций не менее 100;
- количество предлагаемых для отработки заданий в 100–1000 раз больше, чем на бумажных носителях.

4. Сценарий работы приложения «Тренажер математических операций»

Сценарий работы тренажера подразумевает следующее: после *входной диагностики* текущего уровня владения математическими навыками учащегося происходит формирование его *индивидуальной учебной траектории*. Блок-схема процесса прохождения представлена на рисунке 3.

Если выполнение заданного количества заданий происходит без ошибок и за определенное время, то *навык считается отработанным*. Задания для отработки каждого навыка генерируются по определенному алгоритму, что исключает их повторение и делает их возможное количество очень большим.

Переход к отработке следующего навыка допускается только после полной отработки предыдущего. Выбор следующего для отработки навыка предлагается системой согласно авторской методике в целях предоставления пользователю приложения оптимальной (индивидуальной) учебной траектории.

При наличии ошибок в отработке более сложных навыков приложение может предложить *повторение/диагностику более простых навыков*, составляющих данный сложный навык, в целях локализации причины допускаемых ошибок и их точечной проработки.

В случае неуверенных действий пользователя при выполнении отдельного задания, при отклонении от рекомендованного режима тренировок, а также в случае других неточностей система предлагает подсказку в виде всплывающего окна.

Информация о всех завершенных действиях пользователя (очередная тренировка, очередной этап учебной траектории и т. п.) и достигнутые им резуль-

таты автоматически отправляются куратору, роль которого может выполнять родитель или педагог.

5. Анализ конкурентных решений

Сравнительный анализ конкурентных решений для отработки математических навыков проводился среди **девяти математических приложений**:

- «ЕГЭ Математика»;
- «Ментальная арифметика»;
- «МатематУМ: Задачи в уме»;
- «Algebra Tutoring Course»;
- «Incredible Math»;
- «Learn math, Math games»;
- «Math & Science Tutor — Algebra, Calculus, Physics»;
- «Math Tests — mathematics practice questions»;
- «Math Workout».

Сравнительный анализ проводился по следующим **критериям**:

1. Изучаемый предмет.
2. Цель обучения.
3. Методика обучения.
4. Обещанные результаты.
5. Тип приложения: мобильное, десктопное, веб-приложение.
6. Системная архитектура: локальная или клиент-серверная.
7. Языки пользовательского интерфейса.
8. Геймификация.
9. Дизайн приложения: соответствие контексту, привлекательность.
10. Платный/бесплатный продукт.
11. Наличие платного контента.
12. Год появления публичной версии.
13. Страна производства.
14. Рынок распространения.
15. Количество скачиваний.
16. Рейтинг пользователей (по данным Google Play и App Store).

Близкими по цели обучения к проектируемому онлайн-тренажеру являются следующие приложения:

- «МатематУМ: Задачи в уме»;
- «Algebra Tutoring Course»;
- «Math Tests — mathematics practice questions»;
- «Math & Science Tutor — Algebra, Calculus, Physics»;
- «Incredible Math»;
- «ЕГЭ Математика».

Сравнительный анализ этих приложений и авторского тренажера математических операций по 12 наиболее значимым критериям представлен в таблице.

Из приложений, которые были проанализированы, только «МатематУМ: Задачи в уме» и «Incredible Math» имеют геймификацию (участники соревнуются друг с другом в наборе очков). **Анализ конкурентных решений подтвердил спрос на математические тренажеры, а также потенциальную конкурентоспособность авторского приложения.**

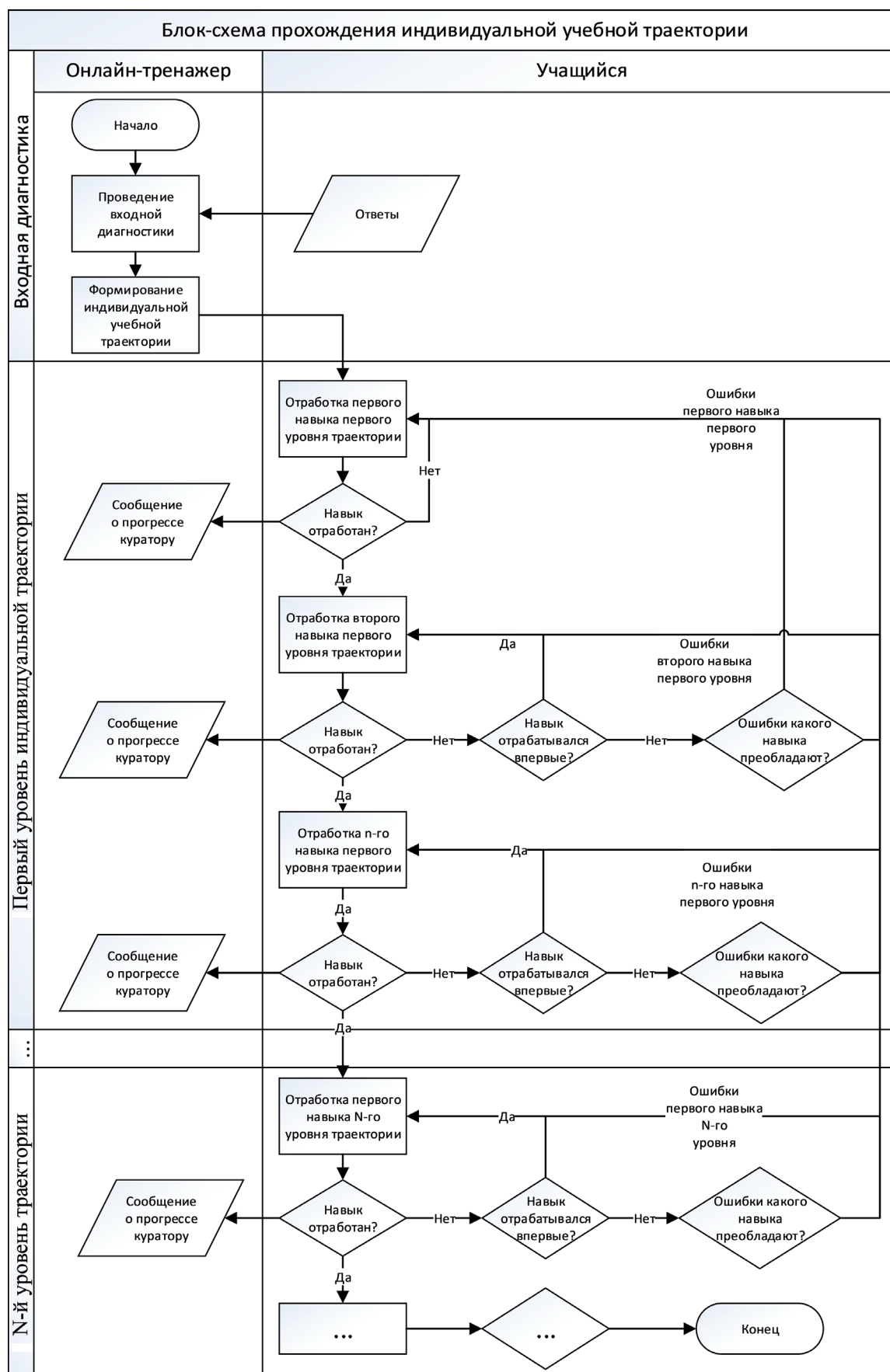


Рис. 3. Блок-схема прохождения индивидуальной учебной траектории
 Fig. 3. Flowchart of the process of passing an individual educational trajectory

Сравнительный анализ конкурентных решений для отработки математических навыков
Comparative analysis of competitive solutions to practice mathematical skills

№ п/п	Критерии сравнения	Математические приложения (по году выхода)						Собственная разработка
		«Математ.УМ: Задачи в уме»	«Algebra Tutoring Course»	«Math Tests — mathematics practice questions»	«Math & Science Tutor — Algebra, Calculus, Physics»	«Incredible Math»	«ЕГЭ Математика»	
1	Изучаемый предмет	Математика	Алгебра	Математика	Базовая математика, алгебра, физика, химия, инженерия, статистика	Математика	Математика	Математика
2	Цель обучения	Повышение продуктивности мозга, улучшение внимания, реакции и скорости мышления	Изучение алгебры и совершенствование этих знаний	Совершенствование знаний по математике	Изучение математики, улучшение знаний	Помощь в изучении математики, совершенствование знаний и подготовка к экзаменам	Подготовка к ЕГЭ по математике	Отработка навыка решения математических задач в курсе I–XI классов
3	Методика обучения	Разные режимы тренировок, каждый из которых состоит из множества практических задач	Теория (онлайн-видеоуроки) и практические задания	Теория, тесты. Результаты испытаний. Можно просмотреть ошибки и прогресс	Теория, практические задания и тесты	Теория для задач разного уровня сложности. Практика в виде ответов на вопросы. Информация о точности и скорости ответов на вопросы	Теория, практические задания и тесты, сборники терминов, аксиом и теорем, основные таблицы по математике, разборы задач, онлайн-чат	Практические задания и тесты, подбираемые индивидуально по результатам диагностики
4	Обещанные результаты	«Простой способ повышения продуктивности мозга, улучшения внимания, реакции и скорости мышления»*	«Пользователь шаг за шагом повысит уровень своих навыков от базового до продвинутого»**	«Упражнения идеальны для лучшего владения математикой и подходят для детей и взрослых»***	«Пользователь будет набирать больше баллов на экзаменах и викторинах»****	«Получать более высокие оценки и быть лучше своих сверстников»*****	«Приложение идеально подходит для подготовки к ЕГЭ по математике. Приложение содержит всю необходимую информацию для успешной сдачи экзамена!»*****	Сокращение времени выполнения заданий в 2-3 раза. Выполнение заданий, которые до этого не удавалось решить. Повышение среднего балла ЕГЭ
5	Тип приложения	Мобильное	Мобильное, десктопное	Мобильное, десктопное	Мобильное, десктопное	Мобильное, десктопное	Мобильное, десктопное	Мобильное, десктопное
6	Языки пользовательского интерфейса	Русский	Русский, английский, итальянский, немецкий, французский, японский	Английский, немецкий, испанский, французский, португальский, польский, японский	Английский	Английский	Русский	Русский

7	Геймификация	Личный счет: решить как можно больше задач за ограниченное время	Нет	Нет	Нет	Набор очков, повышение уровня, соревнования с друзьями в таблице лидеров	Нет	Индикация расчётного времени до окончания отработки навыка
8	Год появления публичной версии	2013	2015	2017	2019	2020	2021	2023
9	Страна производства	Россия	Международная корпорация	Чехия	США	Россия	Россия	Россия
10	Рынок распространения	Весь мир	Весь мир	Весь мир	Весь мир	Весь мир	Россия	Россия
11	Количество скачиваний (раз)	Информация недоступна	>50 000	>1 000 000	>100 000	>10 000	>50 000	—
12	Рейтинг пользователей (по данным Google Play и App Store)	4,9	4,3	4,5	4,6	4,4	4,0	—

* Скачать «МатематУМ: Задачи в уме» для ПК. <https://pcmac.download.ru/app/554437914/математум-задачи-в-уме>
 ** About «Algebra Tutoring Course». <https://m.apkpure.com/algebra-tutoring-course/com.scimug.algebratutoringcourse>
 *** «Math Tests — Mathematics practice questions» APK. <https://www.apkspk.com/math-tests-mathematics-practice-questions/>
 **** «Math & Science Tutor — Algebra, Calculus, Physics». <https://ru.magicmodapk.com/math-science-tutor-algebra-mod/com.mathtutordvd.mathtutor.mathtutor/>
 ***** «Incredible Math». <https://apkamp.com/ru/com.marcsoftware.incrediblemath>
 ***** «ЕГЭ Математика». https://apps.rustore.ru/app/matematika.math.ege?utm_source=yandex_seo

6. Проектирование архитектуры и разработка приложения «Тренажер математических операций»

Тренажер математических операций для школьников представляет собой **облачное решение, состоящее из следующих элементов:**

- генератор заданий (на каждый отрабатываемый навык);
- база данных (содержит информацию о пользователях и пройденной ими учебной траектории);
- архив видеофрагментов с примерами и пояснениями по каждому навыку;
- диагностический блок;
- аналитический блок (формирует индивидуальную учебную траекторию, контролирует прохождение каждого ее участка);
- блок визуализации (BI-система (*англ.* Business Intelligence) — набор инструментов и программ для бизнеса, которые собирают данные из разных источников, обрабатывают их и представляют в наглядном виде; в данном случае визуализирует индивидуальную учебную траекторию и накопленные достижения в пространстве математических навыков);
- блок модератора-подсказчика (генерирует подсказки по выполнению заданий и соблюдению технологии тренировок на основании мониторинга действий пользователя);
- блок CRM (*англ.* Customer Relationship Management, «система управления взаимоотношениями с клиентами»; в данном случае коммуникация ученика и куратора — родителя или педагога);
- блок приема заявок и навигации по партнерам сервиса с учетом территориальной локализации (для трех групп — родителей и самих школьников, репетиторов, школ/учебных центров) (рис. 4).

Разработка MVP тренажера для первого уровня архитектуры (см. рис. 2) осуществлялась по гибкой **методологии Scrum** и включила в себя следующий стек технологий и инструментов:

- Django — инструмент для разработки сервера;
- MySQL — СУБД для хранения данных;
- jQuery, Highcharts JS, Bootstrap 4 — основной комплекс инструментов для разработки интерфейса.

Визуализированный фрагмент базы данных можно увидеть на рисунке 5.

Веб-интерфейс прототипа состоит из четырех областей:

- логотип;
- меню сайта для быстрой навигации;
- заголовок страницы, на которой находится пользователь;
- блок контента, в котором находится основная информативная часть страницы.

Все **статические элементы страницы** были расположены с помощью шаблонизатора Django, который предоставляет возможность взаимодействовать с данными непосредственно внутри HTML-кода. Во время построения верхнего меню проверяется, вошел ли пользователь в систему и является ли он администратором. От этого зависят возможности его доступа к панели администратора. Также было реализовано адаптивное навигационное меню, скрывающееся в кнопку при работе на дисплеях мобильных устройств.

Разметка страниц организована с помощью технологии Flexbox.

Все **запросы к представлениям**, описанные в алгоритме прохождения тестирования, выполнены по технологии AJAX. В результате получается динамически обновляемая веб-страница, не требующая перезагрузки после каждого ответа на вопрос. Пример такой страницы можно увидеть на рисунке 6.

Для того чтобы на странице контроля расположить информацию наиболее лаконично и вместе

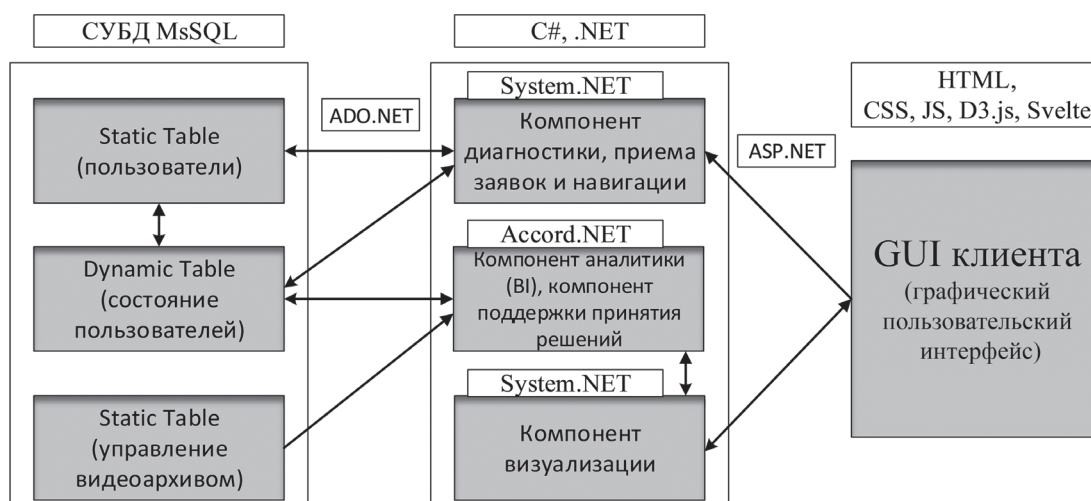


Рис. 4. Модель информационных потоков математического тренажера

Fig. 4. Model of information flows of a mathematical simulator

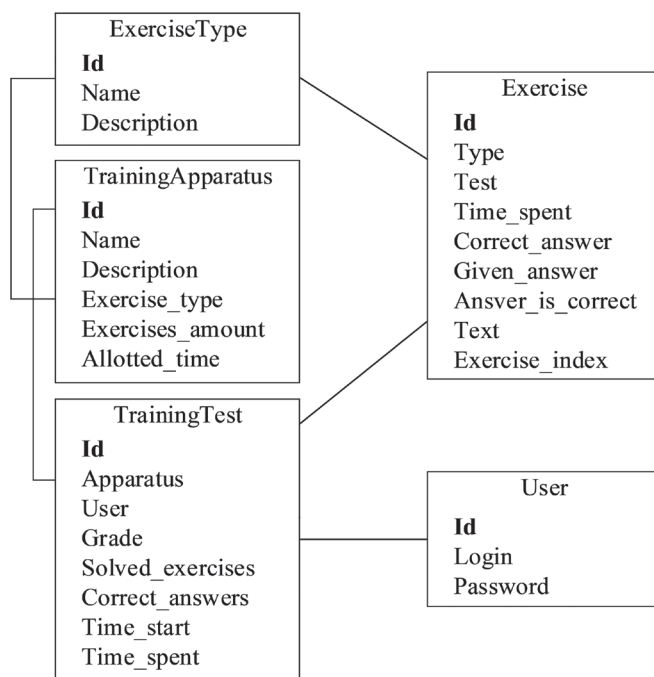


Рис. 5. Фрагмент базы данных MVP тренажера

Fig. 5. Fragment of the MVP simulator database

с этим исключить возможность случайного запуска контрольного тестирования, было принято решение сделать всплывающее окно, которое вызывается при клике на выбранную тему и содержит в себе пояснения к тесту, и кнопку, подтверждающую готовность пользователя начать тест. Данная функция реализована с помощью библиотеки SweetAlert2 для языка программирования JavaScript. С помощью сторонних библиотек на основе данных, собираемых по мере отработки заданий, реализовано построение графиков на странице статистики.

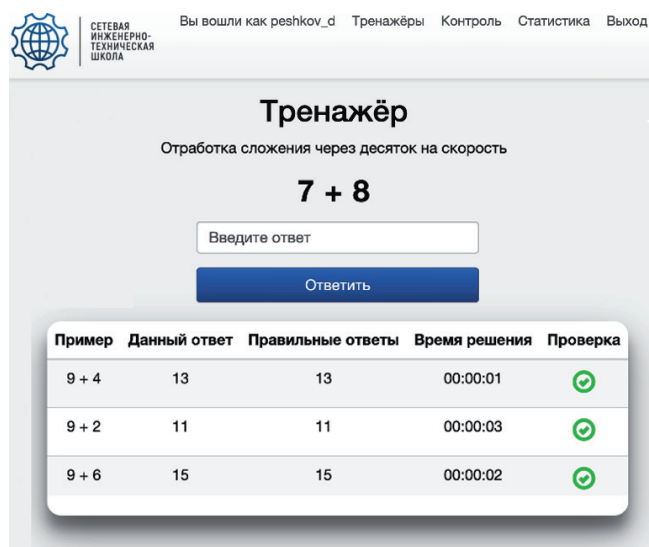


Рис. 6. Страница, получающая данные по технологии AJAX

Fig. 6. Page receiving data using AJAX technology

Описанный тренажер рассматривается как первый шаг в разработке итогового решения, покрывающего всю архитектуру навыков. Функционал основан на универсальной технологии решения задач методом табличного анализа (описан в [15]).

Как было замечено выше, результативность занятий определяется на основании кривой обучения, которая отражает зависимость времени, затраченного на правильное выполнение заданий школьниками, от числа подходов. В эксперименте участвовала группа школьников, каждый из которых выполнял набор из 10 разных заданий одного типа. На рисунке 7 представлены графики отработки навыка счета для трех заданий: второго, шестого и девятого. На графике

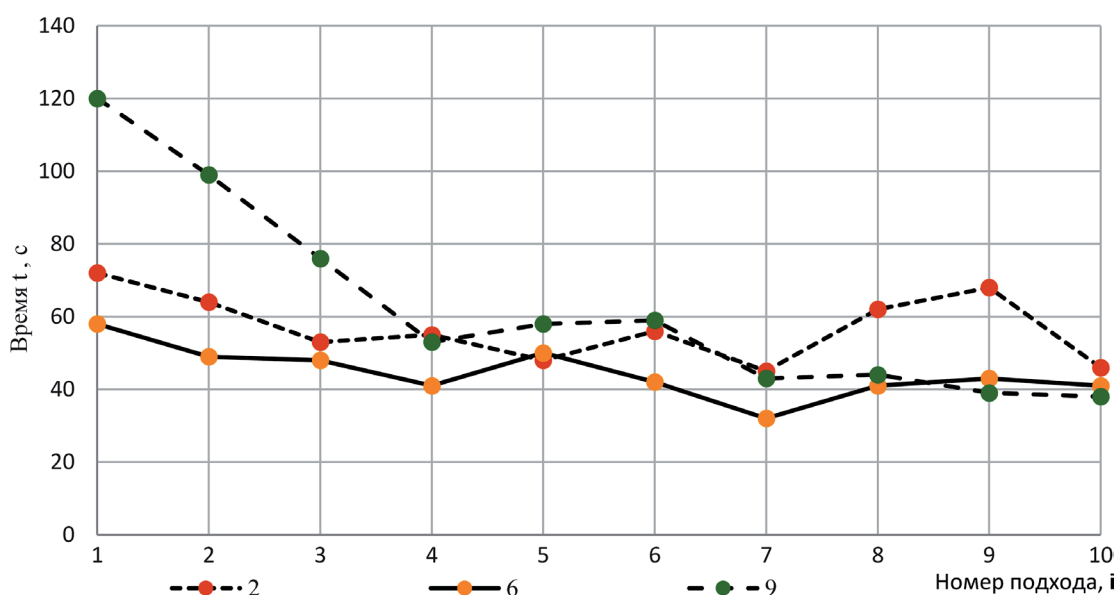


Рис. 7. График зависимости времени, затраченного на правильное выполнение заданий, от номера подхода

Fig. 7. Graph of the time spent on the correct execution of tasks, depending on the approach number

выполнения 9-го задания видно, что с увеличением количества подходов время, затраченное школьником на верное выполнение этого задания, сократилось в три раза. График выполнения 2-го задания показывает, что навык учеником еще не отработан, так как присутствует существенный разброс значений: время на верное выполнение на первом и девятом подходах практически не отличается. На графике выполнения 6-го задания отражено сокращение времени, затраченного школьником на верное выполнение задания, в полтора раза.

7. Выводы

В современной школьной программе отсутствует индивидуализация обучения и отработке математических, в том числе арифметических, навыков уделяется недостаточное количество времени. Именно поэтому учащиеся демонстрируют низкий уровень освоения математических навыков на всех этапах учебной диагностики. Выявление архитектуры навыков, которые необходимо формировать в школьном курсе математики, позволило разработать тренажер математических операций. Тренажер позволяет выстраивать индивидуальные учебные траектории. При соблюдении описанной архитектуры навыков гарантируется получение следующих результатов:

- сокращение времени на выполнение заданий в 2-3 раза;
- способность выполнять задания, которые до этого учащийся не мог решить.

Такой результат приведет к повышению среднего балла ЕГЭ на 15–20 баллов (по 100-балльной шкале). Универсальная авторская технология отработки математических навыков различных типов будет способствовать повышению качества усвоения знаний по математике.

Компьютерная программа имеет ряд преимуществ перед рабочими тетрадями, а именно:

- возможность исправления ошибок;
- доступность с любых устройств;
- отсутствие ограничений в количестве записей и т. д.

Применение онлайн-тренажера для отработки навыков выполнения математических операций позволит совершать все действия в интерактивном режиме, собирать данные о скорости наработки отдельных математических навыков школьниками и проводить их оценку с использованием кривой обучения. Концепция онлайн-тренажера может быть использована в качестве основы для разработки аналогичных решений в других предметных областях школьной программы.

Список источников / References

1. Gladwell M. Outliers: The Story of Success. New York, Little, Brown and Company; 2008. 321 p.
2. Лебедев С. А. Математика и технические науки — основа единства системы научного знания. *Журнал есте-*

ственнонаучных исследований. 2018;3(3):22–48. EDN: VMVISO

[Lebedev S. A. Mathematics and technical sciences as a basic unity of the scientific knowledge system. *Journal of Natural Sciences Research*. 2018;3(3):22–48. (In Russian.) EDN: VMVISO]

3. Чигинцева А. А., Коняева Е. А. Актуальные проблемы дистанционного обучения. *Скиф. Вопросы студенческой науки*. 2018;(3(19)):10–21. EDN: UQGIAO

[Chigintseva A. A., Konyaeva E. A. The current problems in distance learning. *Skiff. Questions of Student Science*. 2018;(3(19)):10–21. (In Russian.) EDN: UQGIAO]

4. Барышева И. В., Малкина Е. В., Козлов О. А. Влияние самоизоляции на уровень знаний по программированию выпускников школ. *Инновационные подходы в высшем образовании в сфере компьютерных наук. Материалы III Международной научно-практической конференции*. Науч. ред. Н. В. Папуловская. Екатеринбург: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина; 2022:5–9. EDN: DSSPLV

[Barysheva I. V., Malkina E. V., Kozlov O. A. The influence of self-isolation on the level of programming knowledge of school graduates. *Innovative Approaches in Computer Science within Higher Education — InnoCSE-2021. Proc. III Int. Scientific and Practical Conf. Ed. by N. V. Papulovskaya*. Ekaterinburg, UrFU; 2022:5–9. (In Russian.) EDN: DSSPLV]

5. Шангина Е. И., Шайхутдинова К. Р. Модель адаптации обучения студентов вузов к дистанционной форме обучения во время пандемии. *Инновационные подходы в высшем образовании в сфере компьютерных наук. Материалы III Международной научно-практической конференции*. Науч. ред. Н. В. Папуловская. Екатеринбург: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина; 2022:10–13. EDN: IVCIEX

[Shangina E. I., Shaikhutdinova K. R. A model for adapting university students to distance learning during the pandemic. *Innovative Approaches in Computer Science within Higher Education — InnoCSE-2021. Proc. III Int. Scientific and Practical Conf. Ed. by N. V. Papulovskaya*. Ekaterinburg, UrFU; 2022:10–13. (In Russian.) EDN: IVCIEX]

6. Джамалидинова М. Е. Интерпретация результатов Всероссийской проверочной работы по математике как средство определения задач по совершенствованию методов подготовки. *Педагогическая наука и образование в диалоге со временем. Материалы VI Международной научно-практической конференции, посвященной памяти В. А. Пятина*. Астрахань: Астраханский государственный университет; 2021:222–224. EDN: YOROKV

[Dzhamalidinova M. E. Interpretation of the results of the All-Russian Verification Work in Mathematics as a means of determining tasks for improving preparation methods. *Pedagogical Science and Education in Dialogue with Time. Proc. VI Int. Scientific and Practical Conf. Dedicated to the Memory of V. A. Pyatin*. Astrakhan, Astrakhan State University; 2021:222–224. (In Russian.) EDN: YOROKV]

7. Майкова Н. С. Виды ошибок учащихся при обучении решению геометрических задач, их причины и способы предупреждения. *Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена*. 2008;(73-2):113–118. EDN: MVQFPP

[Maikova N. S. Types of student errors when learning geometrical problems, causes of errors and ways of prevention thereof. *Izvestia: Herzen University Journal of Humanities & Science*. 2008;(73-2):113–118. (In Russian.) EDN: MVQFPP]

8. Далингер В. А. Типичные ошибки учащихся по математике и их причины. *Современные наукоемкие технологии*. 2014;(12-1):94–97. EDN: TBWIDB

[Dalinger V. A. Typical mistakes of students in mathematics and their causes. *Modern High Technologies*. 2014;(12-1):94–97. (In Russian.) EDN: TBWIDB]

9. Мугаллимова С. Р. О типичных ошибках обучающихся по математике. *Актуальные проблемы математического образования. Материалы межвузовской конференции*. Surgut: Четыре Цвета; 2015;28–33. EDN: IVLLVC. Режим доступа: https://stud.surgpu.ru/media/medialibrary/2015/03/Статья_Мугаллимова.pdf

[Mugallimova S. R. About typical mistakes of students in mathematics. *Actual Problems of Mathematical Education. Proc. of the Interuniversity Conf.* Surgut, Chetyre Tsveta; 2015;28–33. (In Russian.) EDN: IVLLVC. Available at: https://stud.surgpu.ru/media/medialibrary/2015/03/Статья_Мугаллимова.pdf]

10. Уваров А. Ю. Два кризиса образования, учебная архитектура и Интернет. *Педагогический университетский вестник Алтай*. 2002;(2):260–266. EDN: SBIIQD

[Uvarov A. Yu. Two crises of education, educational architecture and the Internet. *Pedagogical University Bulletin of Altai*. 2002;(2):260–266. (In Russian.) EDN: SBIIQD]

11. Водяхо А. И., Пузанков Д. В., Грицкая Т. С., Сомов С. В. Архитектурный подход к созданию и сопровождению образовательных ресурсов. *Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ*. 2014;(3):23–28. EDN: RZOOEF

[Vodyaho A. I., Puzankov D. V., Gritskaya T. S., Somov S. V. Architectural approach to educational resources creation and support. *Proceedings of Saint Petersburg Electrotechnical University Journal*. 2014;(3):23–28. (In Russian.) EDN: RZOOEF]

12. Дроботенко Ю. Б. Развитие идеи архитектурного подхода в педагогике в условиях информационного общества. *Научные проблемы гуманитарных исследований*. 2011;(10):128–137. EDN: LXSPYD

[Drobotenko Y. B. Architectural ideas development within the framework of pedagogical science in the information society context. *Scientific Problems of Humanitarian Research*. 2011;(10):128–137. (In Russian.) EDN: LXSPYD]

13. Маленкова Л. О. Теоретическое обоснование архитектуры организации школьного образовательного процесса в современном информационном обществе. *Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена*. 2012;(145):142–150. EDN: OZPUSH

[Malenkova L. O. The theoretical substantiation of school architecture of the educational process in the modern information society. *Izvestia: Herzen University Journal of Humanities & Science*. 2012;(145):142–150. (In Russian.) EDN: OZPUSH]

14. Вишнякова А. Ю., Дубинин Н. Н., Берг Д. Б. Разработка концепции архитектуры школьного образования. *Российские регионы в фокусе перемен. Сборник докладов XV Международной конференции*. Екатеринбург: ООО «Издательство УМЦ УПИ»; 2021;1:162–165. EDN: BVIDVI

[Vishnyakova A. Yu., Dubinin N. N., Berg D. B. Development of the school education architecture concept. *Russian Regions in the Focus of Change. Proc. XV Int. Conf.* Ekaterinburg, Publishing House UMC UPI, LLC; 2021;1:162–165. (In Russian.) EDN: BVIDVI]

15. Дубинин Н. Н., Назарова Ю. Ю. Технология решения задач методом табличного анализа. *Современные проблемы науки и образования*. 2018;(4):127. EDN: YMGZPF. DOI: 10.17513/spno.27974

[Dubinin N. N., Nazarova Yu. Yu. Technology of tasks solving by method of tabular analysis. *Modern Problems of Science and Education*. 2018;(4):127. (In Russian.) EDN: YMGZPF. DOI: 10.17513/spno.27974]

Информация об авторах

Берг Дмитрий Борисович, доктор физ.-мат. наук, профессор, профессор базовой кафедры «Аналитика больших данных и методы видеоанализа», Институт радиоэлектроники и информационных технологий-РТФ, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-7703-9750>; *e-mail*: d.b.berg@urfu.ru

Папуловская Наталья Владимировна, канд. пед. наук, доцент кафедры информационных технологий и систем управления, Институт радиоэлектроники и информационных технологий-РТФ, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-7407-1491>; *e-mail*: n.v.papulovskaia@urfu.ru

Вишнякова Алина Юрьевна, старший преподаватель кафедры анализа систем и принятия решений, Школа экономики и менеджмента, Институт экономики и управления, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1649-4167>; *e-mail*: alina.vishniakova@urfu.ru

Дубинин Николай Николаевич, руководитель образовательных программ, Сетевая инженерно-техническая школа, Екатеринбург, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-2842-8442>; *e-mail*: dubininnn@gmail.com

Information about the authors

Dmitry B. Berg, Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), Professor, Professor at the Basic Department “Big Data Analytics and Video Analysis Methods”, Engineering School of Information Technologies, Telecommunications and Control Systems (IRIT-RTF), Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-7703-9750>; *e-mail*: d.b.berg@urfu.ru

Nataliya V. Papulovskaya, Candidate of Sciences (Education), Associate Professor at the Department of Information Technologies and Control Systems, Engineering School of Information Technologies, Telecommunications and Control Systems (IRIT-RTF), Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-7407-1491>; *e-mail*: n.v.papulovskaia@urfu.ru

Alina Yu. Vishnyakova, Senior Lecturer at the Department of Systems Analysis and Decision-Making, School of Economics and Management, Graduate School of Economics and Management, Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1649-4167>; *e-mail*: alina.vishniakova@urfu.ru

Nikolay N. Dubinin, Head of Educational Programs, Network Engineering and Technical School, Ekaterinburg, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-2842-8442>; *e-mail*: dubininnn@gmail.com

Поступила в редакцию / Received: 13.12.22.

Поступила после рецензирования / Revised: 13.03.23.

Принята к печати / Accepted: 14.03.23.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-4-80-91

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ В ДОШКОЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

Е. В. Шакирова¹ ✉¹ *Ивановский государственный университет, г. Иваново, Россия*✉ cuclitsa@mail.ru

Аннотация

Статья посвящена изучению особенностей использования электронных средств обучения в дошкольных образовательных организациях в целом, а также оснащенности и эффективности использования цифровых образовательных устройств в дошкольных учреждениях Ивановской области в частности. Посредством электронного анкетирования руководителей детских садов были получены данные о технических средствах обучения, имеющихся в дошкольных организациях, а также о количестве таких средств. В анкетировании приняли участие руководители 181 дошкольной организации Ивановской области, что составляет около 49 % от сети организаций дошкольного образования региона.

В ходе исследования установлено, что большинство существующих электронных средств обучения для дошкольников в детских садах отсутствует, либо имеется в количестве одной единицы. Среди наиболее распространенных видов оборудования оказались экран и проектор, интерактивная доска и интерактивная песочница. В статье дан анализ устройств, применяемых для работы с дошкольниками (3D-ручка, планшет, обучающий робот, набор для робототехники, мультстудия и др.), с позиций деятельностного подхода. Автор пришел к выводу, что, несмотря на разнообразие электронных средств обучения, имеющихся в детских садах региона, существует проблема их недостаточного количества, а также преобладания узкоспециализированного стационарного оборудования с готовым детским контентом, предполагающим пассивную роль дошкольников в качестве зрителя и потребителя информации.

Ключевые слова: дошкольное образование, электронные средства обучения, технические устройства, дошкольник, оснащенность.

Для цитирования:

Шакирова Е. В. Особенности использования электронных средств обучения в дошкольных образовательных организациях. *Информатика и образование*. 2023;38(4):80–91. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-4-80-91

PECULIARITIES OF USING ELECTRONIC LEARNING TOOLS IN PRESCHOOL EDUCATIONAL ORGANIZATIONS

E. V. Shakirova¹ ✉¹ *Ivanovo State University, Ivanovo, Russia*✉ cuclitsa@mail.ru

Abstract

The article is devoted to the study of the peculiarities of the use of electronic learning tools in preschool educational organizations in general, as well as the equipment and efficiency of the use of digital educational devices in preschool institutions of Ivanovo region in particular. By means of an electronic questionnaire of kindergarten managers, data on the technical means of education available in preschool organizations, as well as their number were obtained. The survey was attended by the heads of 181 preschool organizations of the Ivanovo region, which is about 49 % of the network of preschool educational organizations in the region.

It was found that most of the existing electronic learning tools for preschoolers in kindergartens are absent or are available in a single number. Among the most common types of equipment were screen and projector, interactive whiteboard, and interactive sandbox. The article analyzes the devices used to work with preschoolers (3D-pen, tablet, educational robot, robotics kit, cartoon studio, etc.) from the perspective of the activity approach. As a result of the study, it was found that, despite the variety of electronic learning tools available in kindergartens in the region, there is a problem with their insufficient number, as well as the predominance of highly specialized stationary equipment with ready-made children's content, assuming the passive role of preschoolers as viewers and consumers of information.

Keywords: preschool education, electronic learning tools, technical devices, preschooler, equipment.

For citation:

Shakirova E. V. Peculiarities of using electronic learning tools in preschool educational organizations. *Informatics and Education*. 2023;38(4):80–91. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-4-80-91

1. Введение

Одним из актуальных вызовов, с которым столкнулось образование в настоящее время, является цифровизация. Электронные цифровые устройства внедряются в различные сферы педагогической деятельности. Дошкольное образование и профессиональная деятельность воспитателя не стали исключением. Важно отметить, что интерес к внедрению современных технологий в образовательную деятельность дошкольников обусловлен не только развивающим потенциалом цифровых инструментов. Данное направление открывает широкие возможности для коммерческих компаний, связанных с индустрией производства детского контента, обучающей техники и электронных игровых пособий. Сотрудники детских садов часто подвергаются воздействию рекламы, и решение о приобретении очередного электронного устройства или разработке информационного ресурса (сайта, сообщества в соцсети) становится данью моде, не приносящей пользы для работы.

Целью исследования является попытка определить, какое оборудование целесообразно использовать в работе с детьми, а также в каком количестве это оборудование нужно иметь в дошкольной организации для обеспечения образовательной деятельности детей.

Для достижения этой цели необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какие электронные средства обучения применяются в российских дошкольных организациях?
2. Достаточно ли дошкольные образовательные организации укомплектованы электронными средствами обучения для их регулярного использования в работе с детьми?
3. Какие образовательные задачи, с точки зрения руководителей дошкольных образовательных организаций, должны выполнять электронные средства обучения для детей?

2. Направления, функции и проблемы использования электронных средств обучения в дошкольных образовательных организациях

На современном этапе развития дошкольного образования можно выделить **два основных направления в применении электронных средств обучения в работе с детьми.**

1. **В рамках образовательной программы дошкольного образования.** В этом случае воспитатель использует технические устройства (экран, интерактивную доску, интерактивную песочницу, цифровую лабораторию и др.) как средства для достижения целей дошкольного образования и воспитания.
2. **За рамками образовательной программы дошкольного образования** (дополнительное обра-

зование). В этом случае технические устройства являются средством ранней профориентации, например, знакомства детей с основами программирования и инженерных наук (мехатроника, робототехника, компьютерное моделирование и конструирование и др.).

Ученые считают, что внедрение современных цифровых технологий в образовательный процесс приведет к изменению стандартов, программ и подходов к обучению [1–3]. Некритичное внедрение цифровых технологий может вызвать смещение целевых приоритетов образования (в том случае, когда в ущерб здоровью и социализации детей основное внимание начинают уделять воспитанию ребенка как типичного пользователя информационных ресурсов).

Уже сейчас в школах и детских садах активно функционируют кружки и объединения по робототехнике. В рамках национального проекта «Образование» создаются детские технопарки «Кванториум» и центры цифрового образования «IT-куб»*. В рамках реализации дополнительных образовательных программ робототехника преподается детям как прикладная наука, занимающаяся разработкой автоматизированных технических систем и основанная на таких дисциплинах, как электроника, механика, программирование [4].

А. В. Чаннова в работе «Мехатроника и робототехника как инновационный ресурс развития образования» [5] пишет, что «обучение ребенка мехатронике и робототехнике может выявить у него определенные способности к техническому творчеству, сформировать профессиональную ориентацию. Командная работа будет способствовать сплочению коллектива. Мехатроника и робототехника требуют от школьников принятия нестандартных, оригинальных решений в заданных условиях для нахождения требуемых результатов, что в любом случае будет развивать их креативные способности».

В детских садах реализуются парциальные программы по основам робототехники и алгоритмики [6], проводятся занятия по компьютерному конструированию и моделированию [7, 8], применяются различные технические средства обучения: интерактивная доска, интерактивная песочница, цифровая лаборатория, устройства виртуальной и дополненной реальности [9]. Помимо развития инженерного мышления, в числе целей применения технических средств в работе с дошкольниками упоминают цифровую социализацию детей, формирование основ компьютерной и медиаграмотности, повышение мотивации к образовательной деятельности и обеспечение более полного погружения в предмет изучения за счет качественной визуализации и одновременного воздействия на несколько органов чувств [10].

* Изучать новые технологии в технопарках. *Национальные проекты России*. <https://xn--80aapampemcchfmo7a3c9ehj.xn--plai/opportunities/izuchat-novye-tehnologii-v-nbsp-tekhnoparkakh>

При несомненном образовательном потенциале современных технологий одной из главных проблем, связанной с их внедрением в работу с детьми, является противоречие между возможностями для образования и развития ребенка, которые дают электронные устройства, и их негативным влиянием на здоровье детей [11, 12]. Как пишет С. В. Гурьев в статье «Влияние современных информационных технологий на развитие детей» [13], «эффективность компьютеризации обучения в дошкольных образовательных учреждениях и школах зависит как от качества применяемых педагогических программных средств, так и от умения рационально и умело их использовать в образовательном процессе».

Еще одна существенная проблема — **неравномерность распространения цифровых технологий и устройств** в дошкольных организациях разных муниципальных образований и областей. Даже в пределах одного региона Российской Федерации могут быть созданы «цифровые детские сады» [9], в которых сосредоточены разнообразные технические средства, имеются специалисты и дополнительные ресурсы, и в то же время остальные дошкольные организации региона оснащены гораздо скромнее.

Одной из причин такой неравномерности является то, что электронные устройства для дошкольников детские сады приобретают на различные средства, среди которых:

- внебюджетные источники;
- спонсорская помощь родителей или социальных партнеров;
- материальная помощь депутатов различного уровня;
- государственная поддержка в виде призов и грантов.

Другой причиной становится отсутствие централизованной программы по оснащению дошкольных организаций современными средствами обучения.

3. Оснащение и укомплектованность дошкольных образовательных организаций электронными средствами обучения

Нас интересовало, какие технические устройства для обучения детей имеются в *дошкольных организациях Ивановской области*. Чтобы получить ответ на этот вопрос, нами было проведено анкетирование руководителей детских садов региона. Анкетирование проводилось в ноябре 2022 года с использованием электронных форм. Опрос был анонимным и добровольным, в нем приняли участие руководители 181 дошкольной организации всех муниципальных районов и городских округов Ивановской области. Выборка составила 49 % от общего количества детских садов региона.

На основе анализа литературы мы составили перечень электронных средств обучения, которые могут быть использованы в дошкольном образова-

нии. Посредством электронной опросной формы мы попросили руководителей детских садов указать, какие технические средства обучения есть в их дошкольной организации: выбрать из данного списка то оборудование, которое есть у них в детском саду. Опросная форма предполагала возможность выбора нескольких вариантов, а также добавления респондентом своего варианта ответа. В перечень электронных средств обучения, составленный нами для анкетирования руководителей дошкольных организаций, вошли следующие виды устройств:

- экран и проектор;
- интерактивная доска/интерактивная панель;
- 3D-принтер;
- 3D-ручка;
- умная ручка (со звукозаписывающими стикерами);
- обучающий робот («Пчела» и др.);
- набор для робототехники;
- компьютерный класс;
- планшет (для занятий с детьми);
- игрушки и пособия с дополненной реальностью;
- мультстудия;
- интерактивная песочница;
- электронный микроскоп.

Результаты ответов руководителей детских садов представлены на рисунке 1.

В большинстве дошкольных организаций (95 %), принявших участие в анкетировании, имеется экран и проектор. Это самое распространенное оборудование для образования дошкольников. Только 4,4 % дошкольных организаций Ивановской области не имеют никакого электронного оборудования для обучения детей. Данные по оснащенности дошкольных организаций Ивановской области техническими средствами обучения в процентном соотношении представлены в таблице.

Около 40% опрошенных руководителей ответили, что в дошкольной организации есть интерактивные доски, 28 % респондентов указали, что у них имеются компьютеры, предназначенные для занятий с детьми, в 16,6 % опрошенных дошкольных организаций есть интерактивные песочницы, в отдельных дошкольных организациях есть 3D-принтеры, 3D-ручки, наборы для робототехники и обучающие роботы, мультстудии и другое электронное оборудование для детей. Полученные в результате исследования данные позволяют сделать вывод **о высоком разнообразии видов электронных образовательных средств обучения дошкольников в детских садах Ивановской области**.

Однако разнообразие технических средств, имеющих в детском саду, не всегда означает готовность к их эффективному применению [14, 15]. Изучая особенности использования технических средств обучения воспитателями Уэльса, А. Морган приходит к выводу, что «педагоги скорее приспособляются к внедрению интерактивных досок в учебные учреждения, нежели активно способствуют этому

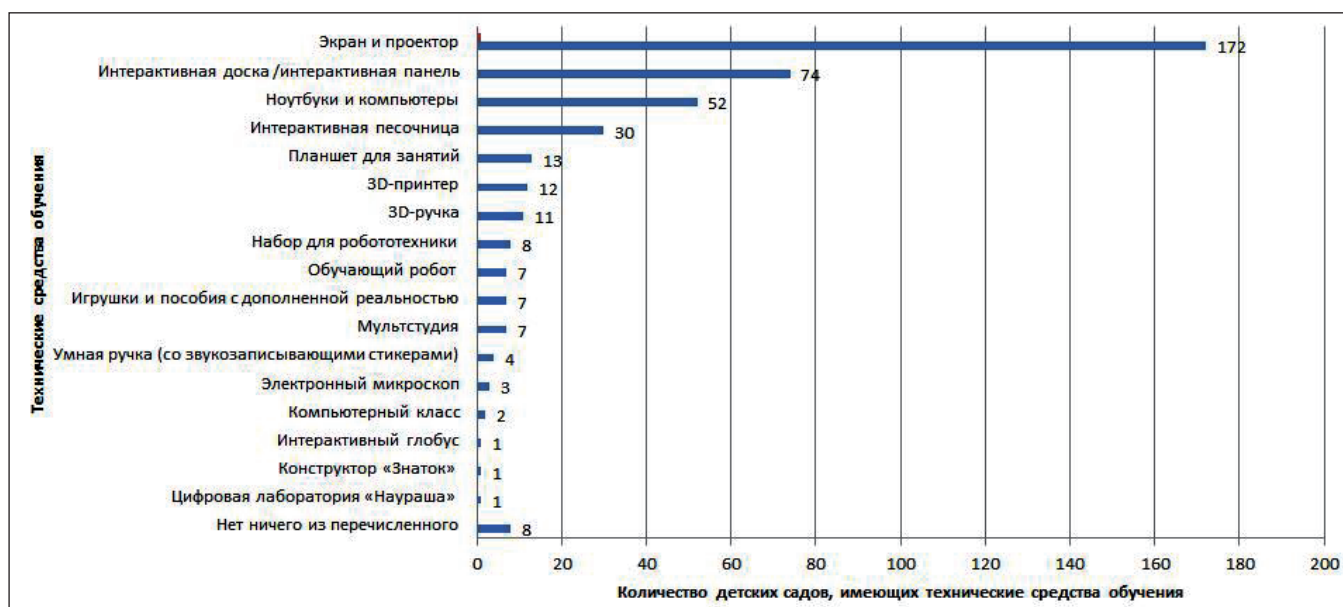


Рис. 1. Электронные средства обучения в детских садах Ивановской области (шт.)

Fig. 1. Electronic learning tools in kindergartens in Ivanovo region (pcs.)

Таблица / Table

Оснащенность дошкольных организаций Ивановской области электронными средствами обучения

Equipping preschool organizations in Ivanovo region with electronic learning tools

№ п/п	Электронные технические средства обучения	Дошкольные организации, имеющие электронное техническое средство обучения (шт.)	Дошкольные организации, имеющие электронное техническое средство обучения (%)
1	Экран и проектор	172	95,0 %
2	Интерактивная доска / интерактивная панель	74	40,0 %
3	Ноутбуки и компьютеры	52	28 %
4	Интерактивная песочница	30	16,6 %
5	Планшет (для занятий с детьми)	13	7,2 %
6	3D-принтер	12	6,6 %
7	3D-ручка	11	6,1 %
8	Набор для робототехники	8	4,4 %
9	Обучающий робот	7	3,9 %
10	Игрушки и пособия с дополненной реальностью	7	3,9 %
11	Мультстудия	7	3,9 %
12	Умная ручка (со звукозаписывающими стикерами)	4	2,2 %
13	Электронный микроскоп	3	1,7 %
14	Компьютерный класс	2	1,1 %
15	Интерактивный глобус	1	0,6 %
16	Конструктор «Знаток»	1	0,6 %
17	Цифровая лаборатория «Наураша»	1	0,6 %
18	Нет ничего из перечисленного	8	4,4 %

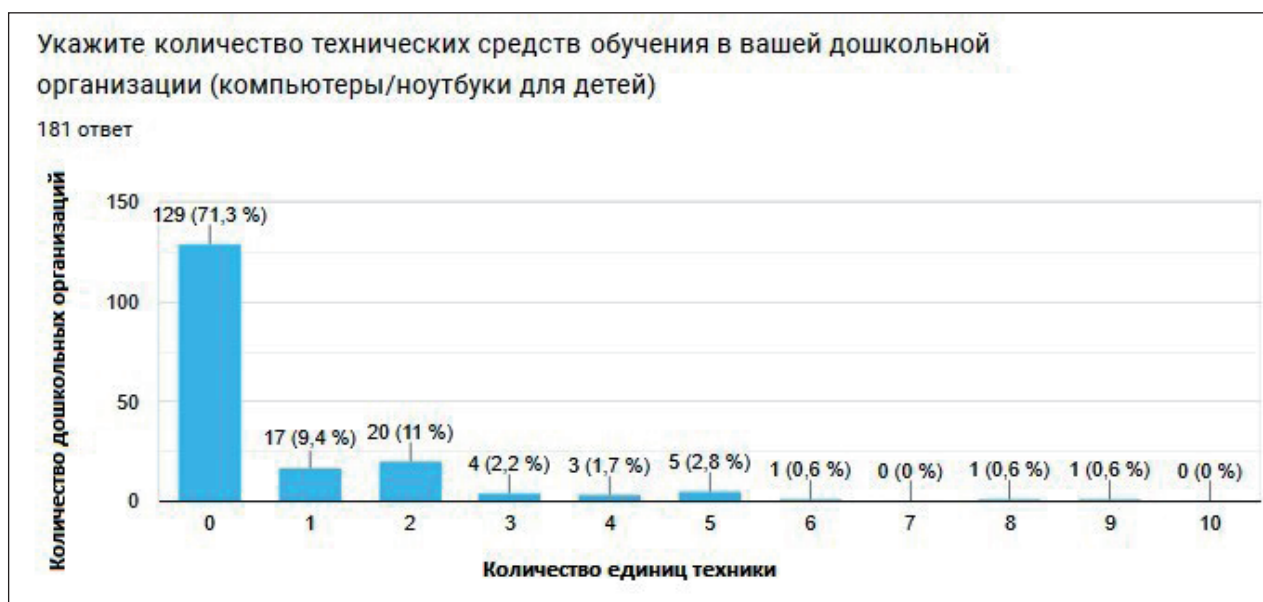


Рис. 2. Оснащенность детских садов Ивановской области компьютерами

Fig. 2. Equipment of kindergartens in the Ivanovo region with computers



Рис. 3. Оснащенность детских садов Ивановской области интерактивными досками и интерактивными панелями

Fig. 3. Equipment of kindergartens in the Ivanovo region with interactive whiteboards and interactive panels

процессу» [16]. Как показывают исследования российских ученых, данный вывод справедлив и для дошкольного образования нашей страны. Как правило, компьютер применяется в образовательном процессе дошкольной организации чаще всего для демонстрации презентаций, не нацеленных на активное, действенное освоение информации [17]. В связи с этим особую важность приобретает изучение возможностей применения электронных устройств для повышения разнообразия детской деятельности и успешной реализации программы дошкольного образования на занятиях с дошкольниками [18, 19].

4. Эффективность использования электронных средств обучения в дошкольных образовательных организациях

4.1. Специфика использования электронных средств обучения в дошкольном возрасте

Использование технических средств обучения в дошкольном образовании организуется в соответствии с санитарными требованиями. Согласно СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические

требования к организации воспитания и обучения, отдыха, оздоровления детей и молодежи»^{*}, занятия с использованием электронных средств обучения в возрастных группах до 5 лет не проводятся. Это значит, что данные средства можно использовать только в старшей и подготовительной группах, причем продолжительность непрерывного использования экрана для детей 5–7 лет не должна превышать 5–7 минут. Минимальная диагональ электронного средства обучения должна быть не менее 39,6 см для персонального компьютера и ноутбука, а для планшета — не менее 26,6 см. Кроме того, существуют санитарные требования к освещению, обеспечению обязательной защиты детских глаз от бликов, соблюдению расстояния от глаз до объекта рассмотрения. Все оборудование, закупаемое учреждениями, должно иметь сертификаты качества и быть не только интересным, но и безопасным для детей.

При учете существующих санитарных правил использования электронных средств обучения их применение в детском саду должно быть направлено на обеспечение **принципов дошкольного образования**, среди которых особенно важно упомянуть следующие:

- амплификация детского развития;
- индивидуализация образования;
- поддержка инициативы детей в различных видах деятельности^{**}.

Применяя принцип амплификации к использованию технических средств обучения в дошкольном образовании, необходимо обеспечить возможность самостоятельной деятельности детей с электронными устройствами: ***взрослый создает ситуации проблемного характера, разрешение которых требует активности детей при использовании различных функций современной техники*** [20–22].

Исходя из специфики основных видов деятельности дошкольника:

- игровой;
- познавательно-исследовательской;
- коммуникативной;
- изобразительной;
- трудовой;
- двигательной;
- музыкальной;
- конструирования;
- восприятия художественной литературы и фольклора, —

рассмотрим наиболее распространенные **виды электронных образовательных устройств и типы взаимодействия детей с ними**.

* Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 сентября 2020 года № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 “Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи”». <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74993644/>

** Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 октября 2013 года № 1155 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта дошкольного образования». <https://fgos.ru/fgos/fgos-do/>

Экран и проектор. Дети выступают в роли зрителя. Они могут рассматривать изображения на экране, называть и обсуждать их [23], смотреть видеоролики, выполнять зрительную гимнастику [24].

Интерактивная доска или панель. Дети рассматривают изображение на экране, выполняют у доски задание, основанное на несложном действии: переместить фигуру, нажать на объект [16].

Интерактивная песочница. Дети манипулируют песком (хлопают ладонью по поверхности, закапывают, раскапывают предметы, проводят пальцами линии и т. д.). Подобно компьютерным играм, сюжеты многих игровых заданий данного оборудования основаны на борьбе с антагонистами положительного персонажа, что доставляет ребенку большое удовольствие. Этот принцип применяется в работе с интерактивной песочницей iSandBOX в режимах «Сафари», «Циклопы и драконы», «Защита базы», «Акула»: дети выполняют хлопающие движения по проецируемому на песок изображению опасного персонажа, отгоняя или уничтожая его [25]. В режиме «Ландшафт» на песочном поле появляется изображение, имитирующее ландшафт Земли. В зависимости от рельефа поверхности, которую формирует участник процесса, на песочной картине могут возникнуть реки, моря, озера, горы, степи, холмы и леса. Манипулируя песком, дошкольник может менять ландшафт в песочнице и закреплять знания, полученные на занятиях.

3D-ручка. Дети занимаются изобразительной деятельностью, конструируют из расплавленного пластика будущее изделие, создавая объемные изображения-поделки [26]. Ребенок может выполнять работу по собственному замыслу или пользоваться схемами-подложками.

3D-принтер. Дети обсуждают с воспитателем особенности создания 3D-моделей и в качестве зрителей наблюдают процесс послойной печати объемного объекта [27].

Умная ручка со звукозаписывающими стикерами. Дети прикладывают ручку к стикеру и прослушивают звуковую запись: загадку, подсказку, вопрос или задание педагога [28]. В качестве перспективного направления работы можно предположить возможность самостоятельной записи детьми звуковых файлов для игр.

Игрушки и пособия с дополненной реальностью. Сканируя смартфоном или планшетом игрушку или пособие с дополненной реальностью, дети воспринимают информацию в формате видеоролика, анимированной или озвученной истории [9].

Планшет. Дети делают фото, снимают видео, рассматривают изображения и выбирают нужные, работают с программами и приложениями по редактированию и монтажу, используют «Электронный микроскоп» [18].

Ноутбук. Дети выполняют игровые задания, связанные с просмотром мультфильма и наведением курсора на нужный объект на экране [29].

Обучающий робот. Дети просчитывают количество шагов и направление движения робота, на-

жимают соответствующие кнопки и наблюдают за движением игрушки [30].

Набор для робототехники. Дошкольники по схеме создают постройку из конструктора, просчитывают количество шагов, направление движения или действия постройкой, нажимают соответствующие кнопки и наблюдают за движением игрушки [31].

Мультстудия. Дети придумывают историю, рисуют или изготавливают персонажей и делают покадровую съемку и озвучивание [32]. Создание мультфильмов может быть также организовано с помощью цифровой видеокамеры или планшета.

Цифровая лаборатория для дошкольников. Дети исследуют реальный мир, используя физические датчики, подключаемые к компьютеру. При этом с детьми общается мультипликационный герой, с экрана компьютера рассказывая о различных явлениях, объясняет правила проведения опыта [33]. Деятельность детей сводится к поднесению исследуемого предмета к датчику, после чего компьютер выдает

ответ на вопрос — готовые данные о температуре, силе света или другом свойстве объекта.

4.2. Доступность электронных средств обучения в дошкольных образовательных организациях

Для реализации принципов амплификации и активности ребенка важное значение приобретает не разнообразие, а *доступность электронных устройств для самостоятельной деятельности детей*, поскольку наличие оборудования не всегда означает его использование в работе с детьми. Для эффективной организации образовательной деятельности дошкольников важно обеспечить достаточное количество единиц техники. В связи с этим мы включили в анкету вопрос о количестве единиц каждого вида электронных средств обучения в детском саду. Полученные данные представлены в виде диаграммы на рисунке 4.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что, несмотря на разнообразие видов электронных

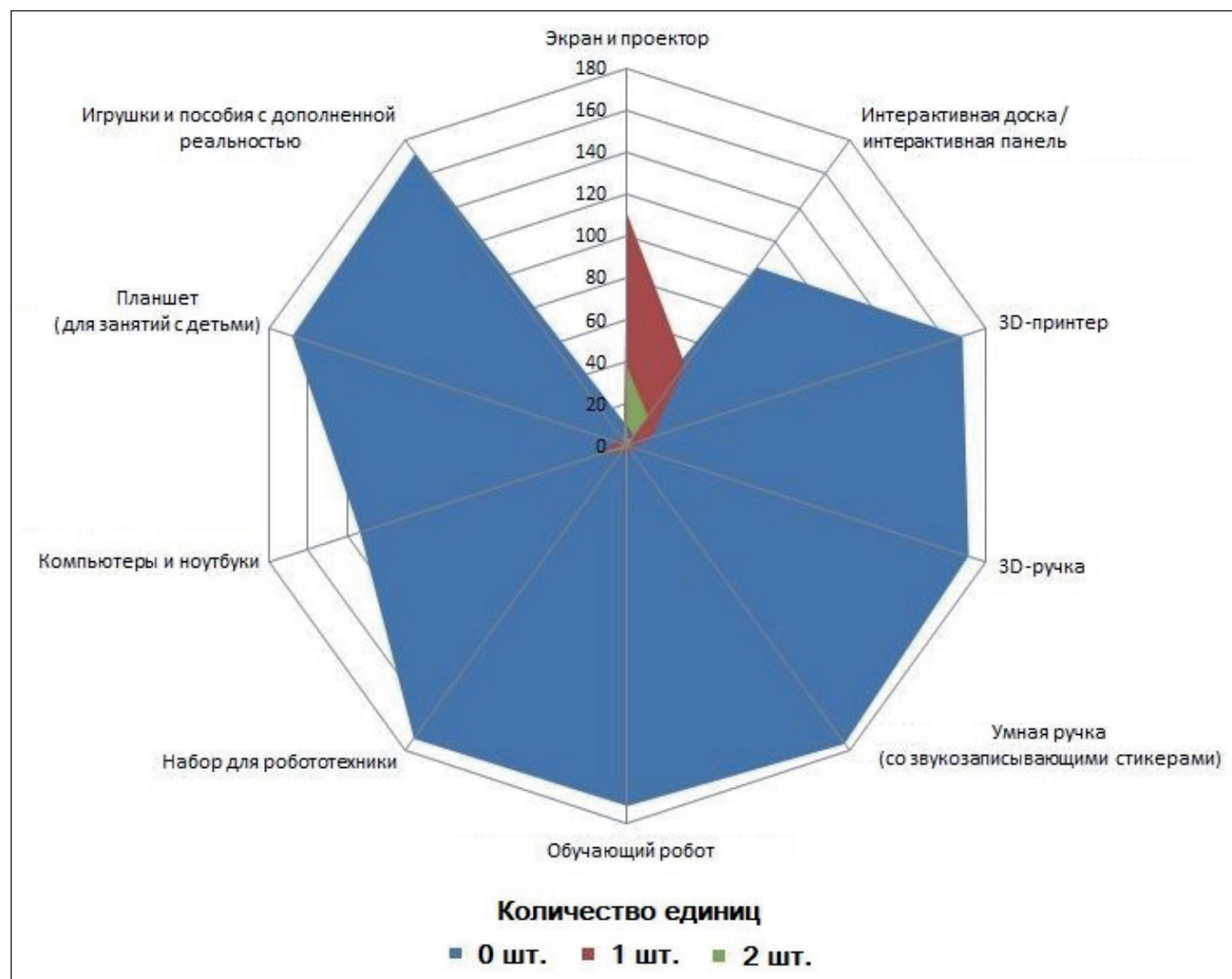


Рис. 4. Диаграмма оснащённости дошкольных организаций Ивановской области электронными средствами обучения

Fig. 4. Diagram of equipment of preschool organizations of the Ivanovo region with electronic learning tools

средств обучения, имеющихся в детских садах региона, существует **проблема их недостаточного количества**. Из ответов руководителей дошкольных организаций следует, что большинство типов образовательных устройств для дошкольников в детских садах отсутствует либо имеется в количестве одной единицы. Например, такие средства обучения, как 3D-ручки, планшеты и компьютеры для детей, в большинстве опрошенных детских садов отсутствуют вовсе либо имеются в количестве 1–5 штук на всю дошкольную организацию.

При применении электрических приборов должны быть соблюдены все нормы безопасности, следовательно, работа должна осуществляться в малых группах. И значит, пяти 3D-ручек может быть вполне достаточно для учреждения, если использовать их последовательно с малыми группами детей. Если же данного оборудования меньше или оно имеется в единственном числе, целесообразно организовать индивидуальную, возможно, коррекционно-развивающую работу с детьми, которым требуются занятия по развитию внимания, усидчивости, мелкой моторики. В таком случае 3D-ручка будет мощным стимулом для привлечения внимания ребенка и повышения его заинтересованности в выполнении заданий.

Компьютеры в количестве более десяти единиц имеются в специализированных компьютерных классах двух дошкольных организаций, принявших участие в анкетировании. Пять детских садов имеют по одному обучающему роботу, в двух организациях — по два робота; два детских сада имеют по четыре и шесть таких устройств. Для организации регулярной образовательной деятельности детей необходимо иметь хотя бы одного такого робота на подгруппу детей, два-три на одну группу дошкольников. Наличие одного робота в дошкольной организации не позволяет проводить систематическую работу с детьми по ознакомлению с основами алгоритмов, а также использовать эти устройства для самостоятельной детской игры. Можно предположить, что, приобретая электронные устройства в единственном числе, руководители и педагоги детских садов используют их как демонстрационный материал, а для самостоятельной деятельности детей данные инструменты не предоставляются.

Оснащенность дошкольных организаций наборами по робототехнике идентична оснащению роботами, что также не позволяет большому количеству детей систематически использовать данный материал. Имея один-два набора для робототехники в дошкольном учреждении, можно проводить индивидуальную работу с отдельными детьми, но регулярная самостоятельная деятельность всей группы не может быть организована, так как дошкольнику нужно самому размышлять, манипулировать деталями и создавать конструкцию. Коллективная работа с таким оборудованием приведет к конфликтам детей и активной работе одного-двух дошкольников, в то время как остальные будут вынуждены пребывать в роли зрителей.

Анализируя данные, полученные нами в результате анкетирования руководителей дошкольных организаций по вопросам количества и разнообразия технических устройств, можно сделать **вывод о неравномерной и количественно низкой оснащенности детских садов Ивановской области электронными средствами обучения и ориентированности на индивидуальную работу при их использовании**.

5. Противоречия и перспективы использования электронных средств обучения в дошкольных образовательных организациях

Рассматривая использование электронных средств обучения с позиций деятельностного подхода, мы обнаруживаем, что большинство перечисленных устройств принципиально не меняют детскую деятельность, не приносят в нее качественно нового содержания, а иногда и упрощают его. Например, выполняя задание на интерактивной доске, ребенок перемещает картинки на экране. Если ребенок перемещает карточки на столе, то его действие отличается большей сложностью движений. Для того чтобы переместить объекты на сенсорном экране, достаточно прикоснуться к ним пальцем или ладонью и сдвинуть в нужную сторону, в то время как работа с карточками на столе требует от ребенка сложных движений пальцев и руки, определенного уровня развития мелкой моторики.

Кроме описанной **проблемы упрощения деятельности ребенка**, можно выделить и другие:

- **пассивная позиция дошкольника** в работе с устройствами, ведущая роль взрослого и преобладание готовой информации, которую ребенок потребляет;
- **снижение возможностей для детского творчества** в силу использования работы по алгоритму, схеме, готовому заданию;
- **узкая направленность содержания деятельности**, не позволяющая формировать систему знаний и обеспечивать преемственность с другими видами деятельности ребенка: знания, полученные на занятии с техническими устройствами, не применяются в игре, на прогулке или в детском творчестве.

На основе анализа применяемых в работе с дошкольниками электронных устройств можно сделать вывод об их узких функциях в самостоятельной деятельности ребенка, а также о ведущей роли взрослого при работе с большинством перечисленных средств (ребенок выступает в качестве пассивного зрителя). Заметим, что ряд специалистов усматривает разрушительное влияние информационных технологий на игровое обучение [34], тогда как другие считают их одним из возможных инструментов игры [35–37].

Наличие четких санитарных требований по времени использования позволяет воспитателю плани-

ровать образовательную деятельность с применением электронных средств обучения без вреда детскому зрению. Например, используя экран в работе с детьми старше 5 лет, педагог обеспечивает сменяемость деятельности, чтобы непрерывная работа ребенка с электронным устройством не превышала 5–7 минут. Данное требование выполняется при чередовании взаимодействия с техническим средством обучения и предметной, коммуникативной и другими видами деятельности дошкольника.

Наличие санитарных требований к минимальному размеру диагонали электронного средства обучения и другим их характеристикам позволяет руководителям дошкольных организаций выбирать для приобретения технические устройства соответствующего размера, оснащенные антибликовым покрытием экрана и имеющие необходимые сертификаты качества.

Возможно, имеющиеся в продаже модели электронных средств обучения не всегда соответствуют санитарным требованиям, и руководители дошкольных организаций отказываются от приобретения оборудования, которое по своим характеристикам не подходит для работы с дошкольниками (планшеты, смартфоны), в пользу технических устройств без экранов (3D-ручка, 3D-принтер, робот) или с акцентированным на дошкольный возраст содержанием (интерактивная доска, цифровая лаборатория, интерактивная песочница, игрушки и пособия с дополненной реальностью).

Этот вывод позволяет нам определить еще одну причину неравномерности распространения электронных устройств в дошкольных учреждениях и отсутствия единого подхода у руководителей к их приобретению. Обозначенные проблемы связаны с *противоречием между высокой стоимостью современных технических устройств для дошкольников и условностью их развивающих функций*. С помощью интерактивной доски ребенок может посмотреть изображения, видео или выполнить задание. А с помощью планшета он может не только смотреть, но создавать свои творческие продукты, оценивать их, изменять и представлять другим. Кроме того, смартфон и планшет есть почти у каждого, а интерактивная доска или песочница — только в детском саду. Имеет ли смысл приобщать ребенка к устройству, с которым он в дальнейшей жизни не встретится? Возможно, решением данной проблемы может стать переход от специализированных устройств с готовым детским контентом к полифункциональным и мобильным техническим средствам (например, к планшетам, смартфонам и персональным компьютерам), которые будут способствовать формированию адекватного ценностного отношения к технологиям.

Важно, чтобы ребенок не считал электронное устройство целью, удовольствием или развлечением, а видел в нем инструмент для познания и преобразования мира. Это возможно только при повышении доступности электронных устройств для самостоятельной деятельности детей, когда каждый дошкольник

сможет воспользоваться техникой для воплощения своей идеи, получения нужной информации или обогащения игры.

Такой подход к организации образовательной деятельности детей с применением современных технических средств требует приобретения дошкольными учреждениями **полифункциональных устройств**, таких как **планшеты**. Данный вид оборудования позволяет вести разнообразную детскую деятельность (игра, наблюдение, съемка, обработка видео и фотоизображений и т. д.) и организовывать ее в различных местах — не только в помещении (в группе), но и на прогулочном участке. Для демонстрации создаваемого детьми продукта (видео, фото) необходимы **проекторы** и **экраны**, которые должны быть доступны в удобное время, в соответствии с игровым или познавательным замыслом. Это важно для того, чтобы дошкольники могли иметь возможность увидеть результаты своей работы тогда, когда они этого хотят, а не тогда, когда свободен проектор или помещение, где он находится. Опираясь на действующие санитарные правила и требования, руководители дошкольных организаций могут выбрать для приобретения качественные технические устройства и организовать работу детей с ними, избегая отрицательного влияния на здоровье ребенка.

Проведенное исследование позволяет нам сформулировать следующие **условия применения электронных средств обучения** с позиции, ориентированной на обогащение и расширение детской деятельности:

- соответствие применяемых технических устройств и организации работы с ними действующим санитарным требованиям (размер диагонали экрана, наличие антибликовой защиты, расстояние до глаз смотрящего, время непрерывной работы с экраном и др.);
- достаточная оснащенность дошкольной организации электронными средствами обучения для одновременной работы с компьютером нескольких детей, но не всей группы сразу;
- разнообразие электронных средств обучения и наличие мобильных (переносных) устройств — ноутбуков, планшетов;
- наличие возможности демонстрации результатов детской цифровой деятельности в удобное для детей время (свободный доступ к экрану, проектору);
- наличие расходных материалов и сопутствующей техники (принтер, ламинатор, видеокамера, фотоаппарат);
- увлеченность и инициативность педагога, использующего компьютер, а также наличие у него профессиональной подготовки по применению электронных средств обучения в работе с дошкольниками;
- отношение педагога к электронным устройствам как к средству обогащения детской деятельности и активного познания ребенком окружающего мира.

Список источников / References

1. Дружинина О. В., Игонина Е. В., Масина О. Н., Петров А. А. Аспекты использования технологий прототипирования и искусственного интеллекта в рамках цифровой трансформации образовательного процесса. *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. 2020;16(1):50–63. EDN: FTMOUF. DOI: 10.25559/SITITO.16.202001.50-63
[Druzhinina O. V., Igonina E. V., Masina O. N., Petrov A. A. Aspects of prototyping technologies and artificial intelligence use in the framework of the digital transformation of the educational process. *Modern Information Technologies and IT-Education*. 2020;16(1):50–63. (In Russian.) EDN: FTMOUF. DOI: 10.25559/SITITO.16.202001.50-63]
2. Литвинова С. Н., Челышева Ю. В. Цифровая трансформация образовательной среды дошкольной образовательной организации. *Вестник Православного Свято-Тихоновского гуманитарного университета. Серия 4: Педагогика. Психология*. 2021;(62):99–112. EDN: EDNISF. DOI: 10.15382/sturIV202162.99-112
[Litvinova S. N., Chelysheva J. V. Digital transformation of educational environment of a preschool educational institution. *St. Tikhon's University Review. Series 4: Pedagogy. Psychology*. 2021;(62):99–112. (In Russian.) EDN: EDNISF. DOI: 10.15382/sturIV202162.99-112]
3. Молянова Т. П. Дошкольное образование и цифровизация: проблемы и риски. *Осовские педагогические чтения «Образование в современном мире: новое время — новые решения»*. 2021;(1):342–346. EDN: XMUDEV
[Molianova T. P. Preschool education and digitalization: Problems and risks. *Osovskie Pedagogicheskie Chteniya "Obrazovanie v Sovremennom Mire: Novoe Vremya — Novye Resheniya"*. 2021;(1):342–346. (In Russian.) EDN: XMUDEV]
4. Кузьмина М. В., Скурихина Ю. А., Казакова И. Л. и др. Образовательная робототехника: учебно-методическое пособие для работников образования по развитию образовательной робототехники в условиях реализации требований Федеральных государственных образовательных стандартов. Киров: ООО «Типография «Старая Вятка»; 2016. 210 с. EDN: YZFNWF
[Kuzmina M. V., Skurikhina Yu. A., Kazakova I. L. et etc. Educational robotics: educational and methodological guide for educators on the development of educational robotics in the context of the implementation of the requirements Federal State Educational Standards. Kirov, "Printing House «Staraya Vyatka»", LLC; 2016. 210 p. (In Russian.) EDN: YZFNWF]
5. Чаннова А. В. Мехатроника и робототехника как инновационный ресурс развития образования. *Драйверы развития общего и профессионального образования. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*. Павлово: Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского; 2021;2:289–292. EDN: XODALF
[Channova A. V. Mechatronics and robotics as an innovative resource for the development of education. *Drivers for the Development of General and Vocational Education. Proc. All-Russian Scientific and Practical Conf. with International Participation*. Pavlovo, Lobachevsky State University; 2021;2:289–292. (In Russian.) EDN: XODALF]
6. Кушниренко А. Новые грамотности: чтение, письмо, счет... алгоритмика. *Обруч*. 2022;(2):1–4.
[Kushnirenko A. New literacies: Reading, writing, counting... algorithmics. *Obruch*. 2022;(2):1–4. (In Russian.)]
7. Тумакова О. Е., Савостикова Е. Л. Технопарк в детском саду как платформа для развития научно-технического творчества дошкольников. *Техносфера в цифровом пространстве детства. Сборник материалов по развитию технического творчества детей дошкольного возраста*. Самара: «Вектор»; 2020:108–114. Режим доступа: https://dou9krsk.ru/images/20-21/doc/tehnosreda_v_cifrovom_prostranstve_detstva_sbornik_materialov_2020.pdf
[Tumakova O. E., Savostikova E. L. Technopark in a kindergarten as a platform for the development of scientific and technical creativity for preschool children. *Technosphere in the Digital Space of Childhood. Proc. for the Development of Technical Creativity of Preschool Children*. Samara, "Vector"; 2020:108–114. (In Russian.) Available at: https://dou9krsk.ru/images/20-21/doc/tehnosreda_v_cifrovom_prostranstve_detstva_sbornik_materialov_2020.pdf]
8. Цыганкова И., Ерыкова Н. Занимательный 3-D мир. *Обруч*. 2022;(2):30.
[Tsygankova I., Erykova N. An entertaining 3-D world. *Obruch*. 2022;(2):30. (In Russian.)]
9. Джигоев Э. Цифровой детский сад. *Обруч*. 2022;(2):8–9.
[Dzhioev A. Digital kindergarten. *Obruch*. 2022;(2):8–9. (In Russian.)]
10. Егоров Б. Инженерное направление: системный подход. *Обруч*. 2022;(2):3.
[Egorov B. Engineering direction: A systematic approach. *Obruch*. 2022;(2):3. (In Russian.)]
11. Калинина Н. В. Профилактика рисков интернет-активности обучающихся: субъект-порождающее взаимодействие. *Образование личности*. 2017;(1):12–17. EDN: YIPVXN
[Kalinina N. V. Risks prevention during Internet activity among students: Interaction as character formation. *Personality Formation*. 2017;(1):12–17. (In Russian.) EDN: YIPVXN]
12. Челышева И. В. Дети и Интернет: взаимодействие с миром виртуальной культуры. *Медиаобразование*. 2014;(3):98–103. EDN: QOEYXW. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/deti-i-internet-vzaimodeystvie-s-mirom-virtualnoy-kultury>
[Chelysheva I. V. Children and the Internet: Interaction with the world of virtual culture. *Media Education*. 2014;(3):98–103. (In Russian.) EDN: QOEYXW. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/deti-i-internet-vzaimodeystvie-s-mirom-virtualnoy-kultury>]
13. Гурев С. В. Влияние современных информационных технологий на развитие детей. *Современное дошкольное образование*. 2018;(1):61–68. Режим доступа: <https://sdo-journal.ru/journalnumbers/gurev-sv-vliyanie-sovremennyh-informacionnyh-tehnologij-na-razvitie-detej-doshkolnogo-vozrasta.html>
[Gurev S. V. The impact of modern information technologies on the development of preschool children. *Preschool Education Today*. 2018;(1):61–68. (In Russian.) Available at: <https://sdo-journal.ru/journalnumbers/gurev-sv-vliyanie-sovremennyh-informacionnyh-tehnologij-na-razvitie-detej-doshkolnogo-vozrasta.html>]
14. Соколикова В., Кукареко Т. Территория успеха. *Обруч*. 2022;(2):38–39.
[Sokolikova V., Kukareko T. The territory of success. *Obruch*. 2022;(2):38–39. (In Russian.)]
15. Федина Н. В., Бурмыкина И. В., Звезда Л. М., Пикалова О. С., Скуднев Д. М., Воронин И. В. Социологический анализ готовности участников образовательной деятельности к реализации дистанционных образовательных технологий в дошкольном образовании. *Гуманитарные исследования Центральной России*. 2017;(3(4)):94–111. EDN: ZIGBIB. DOI: 10.24411/2541-9056-2017-00032
[Fedina N. V., Burmykina I. V., Zvezda L. M., Pikalova O. S., Skudnev D. M., Voroin I. V. Sociological diagnosis of readiness of participants of educational activity to implementation of remote educational technologies in preschool education. *Humanities Researches of the Central Russia*. 2017;(3(4)):94–111. (In Russian.) EDN: ZIGBIB. DOI: 10.24411/2541-9056-2017-00032]
16. Морган А. Интерактивные доски, интерактивная и игровая составляющая классных занятий с детьми от трех до семи лет. *Современное дошкольное образование: теория и практика*. 2014;(9):70–78. EDN: VOICHR

[Morgan A. Interactive whiteboards, interactivity and play in the classroom with children aged three to seven years. *Preschool Education Today: Theory and Practice*. 2014;(9):70–78. (In Russian.) EDN: VOICHR]

17. Михайлова А. И., Крезжевских О. В. Цифровизация дошкольного образования: возможности применения мультимедийных игр в образовательном процессе. *Вестник педагогических инноваций*. 2019;(3(55)):122–128. EDN: MYDNOF

[Mikhailova A. I., Krezhevskikh O. V. Digitalization of preschool education: The possibility of using multimedia games in the educational process. *Journal of Pedagogical Innovations*. 2019;(3(55)):122–128. (In Russian.) EDN: MYDNOF]

18. Бостельман А. Медиапедагогика в детском саду и начальной школе. 23 идеи для занятий с детьми от 4 до 8 лет: учебно-практическое пособие для педагогов дошкольного и начального образования. М.: Национальное образование; 2021. 144 с.

[Bostelmann A. Media pedagogy in kindergarten and elementary school. 23 lessons ideas for classes with children from 4 to 8 years old: An educational and practical guide for teachers of preschool and primary education. Moscow, Natsional'noye obrazovaniye; 2021. 144 p. (In Russian.)]

19. Кравцова Е., Кравцов Г. Психологические основы стандартов дошкольного образования. *Дошкольное воспитание*. 2013;(6):6–17. EDN: SGWVEX

[Kravtsova E., Kravtsov G. Psychological foundations of preschool education standards. *Preschool Education*. 2013;(6):6–17. (In Russian.) EDN: SGWVEX]

20. Алиева Э., Радионова О. Использование анимационных мини-сериалов для формирования позитивного отношения к себе и миру у детей. *Образовательная политика*. 2012;(5(61)):78–82. EDN: TUUIYZ

[Alieva E., Radionova O. The use of animated mini-series to form a positive attitude towards themselves and the world in children. *Educational Policy*. 2012;(5(61)):78–82. (In Russian.) EDN: TUUIYZ]

21. Гогоберидзе А. Г., Атарова А. Н. Детские инициативы и деятельность для детей: проблемы и противоречия. *Детский сад: теория и практика*. 2015;(1):6–15. EDN: TIWGVN

[Gogoberidze A. G., Atarova A. N. Children's initiatives and activities for children: Problems and contradictions. *Detskij Sad: Teoriya i Praktika*. 2015;(1):6–15. (In Russian.) EDN: TIWGVN]

22. Кротова Т. В. Информационно-коммуникативные технологии в образовании детей дошкольного возраста. *Педагогическое образование и наука*. 2016;(4):110–113. EDN: XBGZDV

[Krotova T. V. Information and communication technologies in preschool children education. *Pedagogical Education and Science*. 2016;(4):110–113. (In Russian.) EDN: XBGZDV]

23. Санчес Сальседо Е. Осенняя история. Ребенок в детском саду. 2018;(8):10–13.

[Sanchez Salcedo E. Autumn history. *Rebenok v Detskom Sadu*. 2018;(8):10–13. (In Russian.)]

24. Дмитриенко О. Карлсон ищет подарок. Математическое развлечение для детей 4–5 лет. *Дошкольное воспитание*. 2020;(12):35–38. EDN: QNDYGE

[Dmitrienko O. Carlson is looking for a gift. Mathematical entertainment for children 4–5 years old. *Doshkol'noye Vospitaniye*. 2020;(12):35–38. (In Russian.) EDN: QNDYGE]

25. Грабенко Т. М. Интерактивная песочница iSandBOX. Методическое обеспечение. Описание режимов песочницы. Санкт-Петербург, Томск: ООО «Универсальные терминалы системы», АНО ДПО «Центр обучения креативным технологиям и методам гуманизации бизнеса и образования»; 2019. 56 с.

[Grabenko T. M. Interactive sandbox iSandBOX. Methodological support. Description of sandbox modes. Saint Petersburg, Tomsk, "Universal'nye terminal sistemy", LLC,

ANO APE "Centr obucheniya kreativnym tekhnologiyam i metodam gumanizatsii biznesa i obrazovaniya"; 2019. 56 p. (In Russian.)]

26. Пашкова Ю. Н. 3D-моделирование с использованием 3D-ручки в детском саду. *Молодой ученый*. 2020;(34(324)):130–133. EDN: QGPAYE

[Pashkova Yu. N. 3D modeling using a 3D pen in kindergarten. *Molodoy Uchenyy*. 2020;(34(324)):130–133. (In Russian.) EDN: QGPAYE]

27. Семухина С. В. Использование цифровых образовательных ресурсов в мини-кванториумах дошкольной образовательной организации. *Лучшие практики общего и дополнительного образования по естественно-научным и техническим дисциплинам: материалы II Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти академика РАН К. А. Валиева*. Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет; 2022:368–376. EDN: EXBKBH

[Semukhina S. V. The use of digital educational resources in mini-quantoriums of a preschool educational organizations. *Best Practices of General and Additional Education in Natural Science and Technical Disciplines: Proc. II All-Russian Scientific and Practical Conf. Dedicated to the Memory of Academician of RAS K. A. Valiev*. Kazan, Kazan (Volga region) Federal University; 2022:368–376. (In Russian.) EDN: EXBKBH]

28. Ажищева Т. А. Эффективные формы работы учителя-логопеда с родителями. *Воспитание и обучение детей младшего возраста*. 2016;(5):222–224. EDN: WFQEFH

[Azhisheva T. A. Effective forms of work of a speech therapist teacher with parents. *Vospitaniye i obucheniye detey mladshego vozrasta*. 2016;(5):222–224. (In Russian.) EDN: WFQEFH]

29. Вербенец А. М. Особенности опыта взаимодействия с компьютером у современных старших дошкольников. *Детский сад от А до Я*. 2010;(2(44)):37–48. EDN: TLRSYF

[Verbenets A. M. Features of the experience of interaction with a computer in modern senior preschoolers. *Detskij sad ot A do Ya*. 2010;(2(44)):37–48. (In Russian.) EDN: TLRSYF]

30. Башенева А., Якимова И., Александрова И. Самый быстрый Bee-Bot. *Обруч*. 2022;(2):22–23.

[Basheneva A., Yakimova I., Alexandrova I. The fastest Bee-Bot. *Obruch*. 2022;(2):22–23. (In Russian.)]

31. Фролова А. В., Колесова Ю. А. Лего-конструирование с элементами робототехники в детском саду: формирование познавательной активности и предпосылок технического мышления. *Региональное образование XXI века: проблемы и перспективы*. 2016;(1):34–36. EDN: WQSDGT

[Frolova A. V., Kolesova Yu. A. Lego construction with elements of robotics in kindergarten: Formation of cognitive activity and prerequisites for technical thinking. *Regional'noye Obrazovaniye XXI Veka: Problemy i Perspektivy*. 2016;(1):34–36. (In Russian.) EDN: WQSDGT]

32. Ундхейм М., Йернес М. Педагогические стратегии педагогов при создании цифровых историй с маленькими детьми. *Современное дошкольное образование*. 2022;(1(109)):69–80. EDN: GOVCPH

[Undheim M., Jernes M. Teachers' pedagogical strategies when creating digital stories with young children. *Preschool Education Today*. 2022;(1(109)):69–80. (In Russian.) EDN: GOVCPH]

33. Серых Л. В., Наседкина Ю. Н., Бойко Е. М., Петрова И. В., Марковская Е. А., Бабынина О. В. Использование цифровой лаборатории «Наураша в стране Наурандии» в образовательном процессе дошкольной образовательной организации. Планирование образовательной деятельности по познавательному развитию дошкольников «Наураша в детском саду». Белгород: Белгородский институт развития образования; 2019. 130 с.

[Serykh L. V., Nasedkina Yu. N., Boyko E. M., Petrova I. V., Markovskaya E. A., Babynina O. V. The use of the digital

laboratory “Naurasha in the country of Naurandia” in the educational process of a preschool educational organization. Planning educational activities for the cognitive development of preschoolers “Naurasha in kindergarten”. Belgorod, Belgorod Institute for the Development of Education; 2019. 130 p. (In Russian.)]

34. Cordes C., Miller E. Fool’s gold: A critical look at computers in childhood. Maryland, Alliance for Childhood; 2000. 106 p.

35. Clements D.H. The uniqueness of the computer as a learning tool: Insights from research and practice. *Young Children: Active Learners in a Technological Age*. Washington, DC, National Association for the Education of Young Children; 1994:31–50.

36. Facer K., Furlong J., Furlong R., Sutherland R. Screenplay: Children and computers in the home. London, Routledge Falmer; 2003. 272 p. DOI: 10.4324/9780203380772

37. Plowman L., Stephen C. A “benign addition”? Research on ICT and pre-school children. *Journal of*

Computer Assisted Learning. 2003;19(2):149–164. DOI: 10.1046/j.0266-4909.2003.00016.x

Информация об авторе

Шакирова Елена Валерьевна, канд. пед. наук, доцент кафедры непрерывного психолого-педагогического образования, Институт гуманитарных наук, Ивановский государственный университет, г. Иваново, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1883-8402>; *e-mail*: cuclitsa@mail.ru

Information about the author

Elena V. Shakirova, Candidate of Sciences (Education), Associate Professor at the Department of Continuing Psychological and Pedagogical Education, Institute for the Humanities, Ivanovo State University, Ivanovo, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1883-8402>; *e-mail*: cuclitsa@mail.ru

Поступила в редакцию / Received: 17.04.23.

Поступила после рецензирования / Revised: 01.06.23.

Принята к печати / Accepted: 06.06.23.

ПОДПИСКА

Журнал «Информатика и образование»

Индекс подписки
на 2-е полугодие 2023 года
(«Урал-Пресс», «АРЗИ» и другие агентства подписки)
70423

Периодичность выхода: 3 номера в полугодие (август, октябрь, декабрь)
Объем — не менее 88 полос
Редакционная стоимость — 900 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



23 - 30 сентября
международный конгресс

Суперкомпьютерные дни в России 2023

<https://Congress.RussianSCDays.org>

Научные школы:
23.09 - 30.09.2023

Научная конференция:
25.09 - 26.09.2023

Семинары

Выставка

Экскурсии

Новый расширенный формат объединяет научную конференцию, научные школы Суперкомпьютерной академии, серию специализированных научных семинаров, экскурсии в ведущие суперкомпьютерные центры и множество других событий, проводимых на различных площадках Москвы и России.

ТЕМАТИКА мероприятий конгресса — суперкомпьютерные технологии во всем многообразии: параллельные и распределенные вычисления, высокопроизводительные программные и аппаратные решения, масштабируемые алгоритмы, индустриальные суперкомпьютерные решения, большие данные, машинное обучение, суперкомпьютерное образование и многое другое.

АУДИТОРИЯ — российские и зарубежные представители науки, промышленности, бизнеса, образования, государственных органов.

НАУЧНЫЕ ШКОЛЫ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНОЙ АКАДЕМИИ — это специализированные мероприятия по актуальным направлениям развития науки и технологий, организуемые и проходящие под руководством известных российских специалистов.

Рабочие дни академии: 23.09 - 30.09.2023

<https://academy.hpc-russia.ru/>

ОДНА НЕДЕЛЯ — МНОЖЕСТВО ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ СОБЫТИЙ!

МЕСТО

Центральное событие конгресса — научная конференция — будет проходить в Шуваловском корпусе Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

УСЛОВИЯ УЧАСТИЯ



НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ — это множество параллельно идущих секций: выступления мировых лидеров НРС-сообщества, научные и индустриальные секции, постерная секция, конференция молодых ученых. Совещания, круглые столы, живые дискуссии, обмен опытом и инновациями.

Рабочие дни конференции: 25.09 - 26.09.2023

<https://RussianSCDays.org>

РЕГИСТРАЦИЯ

участников конференции

<https://registration.russianscdays.org>



СТАНЬТЕ ЧАСТЬЮ «СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫХ ДНЕЙ В РОССИИ»!

Посетите конференцию и научные школы, узнайте о работе ведущих российских и мировых суперкомпьютерных центров, организуйте свое мероприятие в рамках конгресса!

Приглашаем к организации семинаров и мастер-классов суперкомпьютерного конгресса! Семинары могут проводиться удаленно на различных площадках в пределах России.

Приглашаем принять участие в выставке!

